



4b

VMBO - K
biologie voor jou
HANDBOEK

bvji

MALMBERG

4b VMBO-K

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VMBO-K

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ROB MELCHERS
LOES OUDSHOORN
MARINKE VAN DER VELDE

EINDREDACTIE

LINIE STAM
TOM TAHEY

AUTEURS ZESDE EDITIE

GERARD SMITS, BEN WAAS, ARTEUNIS BOS EN
ONNO KALVERDA

ZEVENDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Voor je ligt handboek deel 4b van *Biologie voor jou* (Bvj). Naast het handboek kun je ook gebruikmaken van het werkboek, het antwoordenboek en de digitale leeromgeving. Samen vormen ze een complete lesmethode. Met *Biologie voor jou* kun je zelfstandig en op je eigen niveau werken. Je docent kan je vertellen hoe je dit het beste aanpakt.

WERKEN MET DE BOEKEN VAN BVJ

De hoofdstukken in *Biologie voor jou* heten thema's. Elk thema gaat over een biologisch onderwerp, en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstoffen (leerstof en opdrachten)
- Practica
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstoffen
- Examentrainer

BASISSTOFFEN

De basisstoffen bestaan uit **leerstof** en bijbehorende opdrachten. In het handboek staan de teksten die je gaat lezen. Hier staan veel afbeeldingen bij, zodat je de stof beter kunt begrijpen.

Tussen de leerstof en opdrachten zie je ook **contexten** staan. Deze herken je aan de stippellijn en grijsgroene achtergrondkleur. Met contexten ontdek je welke rol biologie speelt in beroepen, wetenschap en maatschappij. Ook helpen contexten je om biologische kennis toe te passen in een nieuwe situatie. Contexten bevatten nooit nieuwe leerstof voor het examen. Je hoeft ze dus niet te leren.

Bij elke basisstof wordt verwezen naar **opdrachten**, waarmee je de stof leert kennen en toepassen. Deze opdrachten staan in het werkboek. De opdrachten in het werkboek zijn ingedeeld in drie soorten. Zo kun je gemakkelijk zien op welk niveau je de biologie beheerst. Je docent kan kiezen welke opdrachten het beste bij je passen:

- **Kennisopdrachten** helpen je om de stof te leren.
- **'Toepassing en inzicht'**-opdrachten zijn wat moeilijker. Hiermee oefen je om kennis toe te passen.
- **Plusopdrachten** zijn extra uitdagend. Hiermee kun je kijken of je deze biologie beheerst op niveau vmbo-gt.

Met het antwoordenboek kun je de opdrachten nakijken.

PRACTICA

We hebben alle practica (per thema) bij elkaar gezet in het werkboek. Zo kun je gemakkelijk zien welke practica bij een thema horen.

SAMENVATTING

In de samenvatting staan de leerdoelen, met een omschrijving van wat je moet ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk of examen. Hiermee kun je het thema gemakkelijker leren.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je oefenen of je de leerstof voldoende ‘kent en kunt’. Hiermee rond je het thema af. Je kunt de diagnostische toets nakijken met het antwoordenboek.

VERRIJKINGSSTOFFEN

De verrijkingsstoffen bevatten geen nieuwe examenstof, maar extra stof. Met de verrijkingsstoffen kun je bijvoorbeeld oefenen op niveau vmbo-gt (de ‘plusstof’) of oefenen met vaardigheden. Je hoort van je docent welke verrijkingsstof je gaat doen.

EXAMENTRAINER

Met de examentrainer kun je oefenen voor het examen met echte eindexamen-opgaven. Je kunt oefenen met opdrachten die gaan over meerdere thema’s.

WERKEN MET DE DIGITALE LEEROMGEVING VAN BVJ

Met de nieuwe digitale leeromgeving van *Biologie voor jou* kun je nog beter leren en oefenen. De digitale leeromgeving wordt voortdurend verbeterd. Er kunnen dus nieuwe onderdelen bij komen tijdens het schooljaar. In de digitale leeromgeving vind je alle onderdelen uit het boek terug. Ook vind je er een aantal nieuwe onderdelen en mogelijkheden.

DIGITALE OPDRACHTEN

De opdrachten uit het werkboek kun je ook doen in de digitale leeromgeving. Het voordeel is dat je bij veel vragen meteen feedback krijgt, zodat je kunt zien waarom je een vraag fout hebt beantwoord. Zo leer je hoe je het de volgende keer beter kunt doen. Ook worden de ‘gesloten’ vragen automatisch nagekeken. Dat scheelt je weer tijd. Tot slot kan je docent zien hoe je de vragen hebt gemaakt. Hierdoor kan je docent je sneller en beter helpen.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

We hopen dat je met veel plezier zult werken met *Biologie voor jou*!

De auteurs

Inhoud

Thema 4 Voeding en vertering

BASISSTOF	8
1 Voedsel	8
2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen	13
3 Voeding en leefstijl	18
4 Het verteringsstelsel	22
5 De organen voor vertering	24
6 Planteneters, vleeseters en alleseters	29
SAMENVATTING	33
DIAGNOSTISCHE TOETS	37
VERRIJKINGSSTOF	45
1 Brood- en banketbakker	45
2 Practicum: de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel	46
3 Vleesvervangende voeding	47
EXAMENTRAINER	50

Thema 5 Gaswisseling

BASISSTOF	54
1 Het ademhalingsstelsel van de mens	54
2 Inademen en uitademen	59
3 Aandoeningen aan longen en luchtwegen	62
4 Gaswisseling bij dieren	66
SAMENVATTING	69
DIAGNOSTISCHE TOETS	71
VERRIJKINGSSTOF	78
1 Longverpleegkundige	78
2 Practicum: de kieuwen van een vis	79
3 Slaapproblemen	80
EXAMENTRAINER	82

Thema 6

Transport

BASISSTOF 86

- 1 Bloed 86
- 2 De bloedsomloop 92
- 3 Het hart 94
- 4 De bloedvaten 99
- 5 Hart- en vaatziekten 103
- 6 Weefselvloeistof en lymfe 107

SAMENVATTING 110

DIAGNOSTISCHE TOETS 114

VERRIJKINGSSTOF 122

- 1 Verpleegkundige 122
- 2 Practicum: de bouw van een zoogdierhart 123
- 3 Onderzoek van hart en bloedvaten 124

EXAMENTRAINER 126

Thema 7

Opslag, uitscheiding en bescherming

BASISSTOF 130

- 1 Een constant inwendig milieu 130
- 2 De lever 132
- 3 De nieren 133
- 4 De huid en het onderhuidse bindweefsel 135
- 5 Afweer 138

SAMENVATTING 141

DIAGNOSTISCHE TOETS 143

VERRIJKINGSSTOF 148

- 1 Informatie op waarde schatten:
HPV-inenting 148
- 2 Standpunt bepalen: orgaandonatie 149
- 3 Bloedtransfusies 150

EXAMENTRAINER 152

REGISTER 154

COLOFON 156

4

Voeding en vertering



BASISSTOF

- 1 Voedsel
- 2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen
- 3 Voeding en leefstijl
- 4 Het verteringsstelsel
- 5 De organen voor vertering
- 6 Planteneters, vleeseters en alleseters

8
13
18
22
24
29

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

33
37

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Brood- en banketbakker
- 2 Practicum: de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel
- 3 Vleesvervangende voeding

45
46
47

EXAMENTRAINER

50



Als je eet of drinkt, komen er stoffen je lichaam binnen. Deze stoffen heb je nodig. Ze leveren bijvoorbeeld energie om te bewegen.

Je lichaam kan voedsel niet zomaar opnemen. Het verteringsstelsel verteert een groot deel van je voedsel. In dit thema leer je uit welke stoffen gezonde voeding bestaat, wat vertering is en welke organen hierbij belangrijk zijn.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Voedsel

▼ **Afb. 1** Bij de productie van kaas, yoghurt en zuurkool gebruikt men melkzuurbacteriën.



In Nederland is ruim de helft van de totale oppervlakte in gebruik voor landbouw. Sommige producten van de landbouw kun je rauw eten, zoals tomaten. Andere producten worden eerst bewerkt, zoals graan (bijvoorbeeld tarwe, rijst en maïs). Bij die bewerking worden soms bacteriën en schimmels gebruikt. Ook kunnen bacteriën en schimmels je voedsel doen bederven.

VOEDSELPRODUCTIE DOOR BACTERIËN EN SCHIMMELS

Bacteriën en schimmels kunnen koolhydraten omzetten in stoffen die nuttig zijn bij de productie van voedingsmiddelen (zie afbeelding 1 en 2). Yoghurt ontstaat bijvoorbeeld door speciale soorten melkzuurbacteriën toe te voegen aan melk. De bacteriën zetten de energierijke stoffen uit de melk om in melkzuur. Hierdoor krijgt de yoghurt een zure smaak. Gisten zetten energierijke stoffen om in koolstofdioxide en alcohol. Dit heet gisting. Gisting en het ontstaan van melkzuur zijn voorbeelden van stofwisselingsprocessen. Er worden stoffen omgezet in andere stoffen.

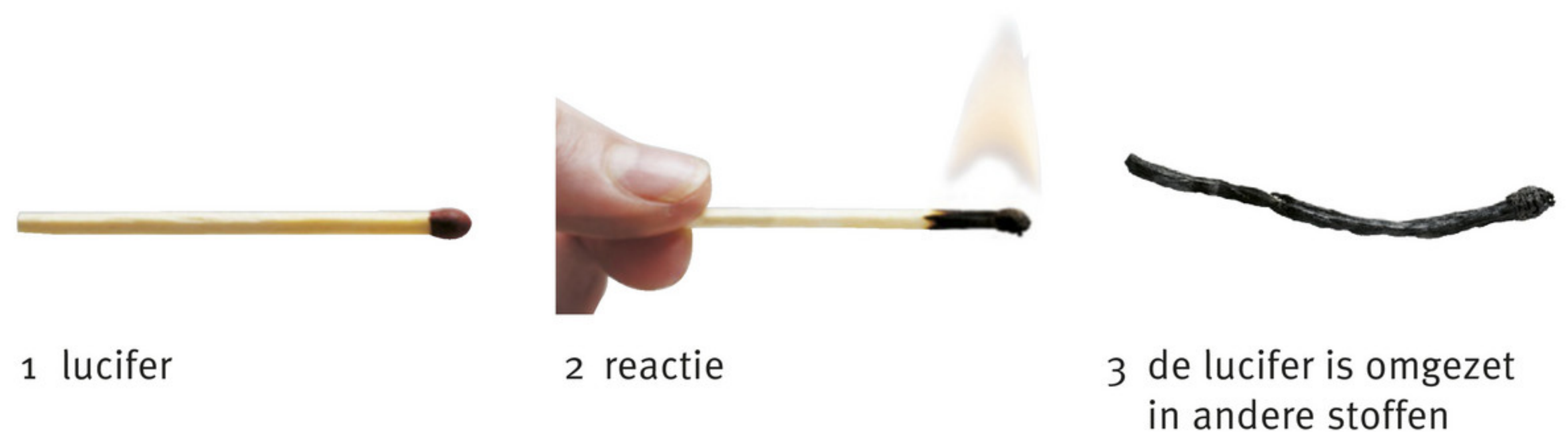
ENZYMEN

Als stoffen worden omgezet in andere stoffen, noemen we dit een (scheikundige) reactie. Verbranding is hiervan een voorbeeld (zie afbeelding 3). Andere voorbeelden van stofwisselingsprocessen die je al kent, zijn assimilatie en fotosynthese. In de cellen van organismen vinden heel veel reacties plaats. Bepaalde stoffen zorgen ervoor dat deze reacties snel plaatsvinden. Deze stoffen heten **enzymen**.

► **Afb. 2** Bij de productie van brood, bier en wijn gebruikt men gist.



► **Afb. 3** Door een (scheikundige) reactie worden stoffen omgezet in andere stoffen.

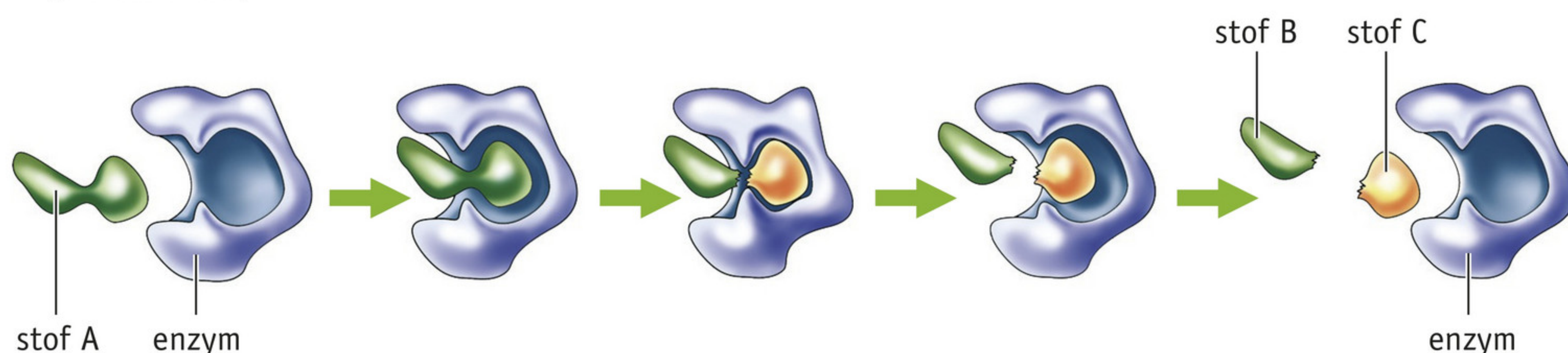


Enzymen zijn speciale eiwitten. Enzymen werken specifiek. Dat wil zeggen dat één enzym slechts één type reactie in de cel versnelt. Een cel bevat dus veel verschillende enzymen. Samen kunnen deze enzymen veel verschillende reacties versnellen.

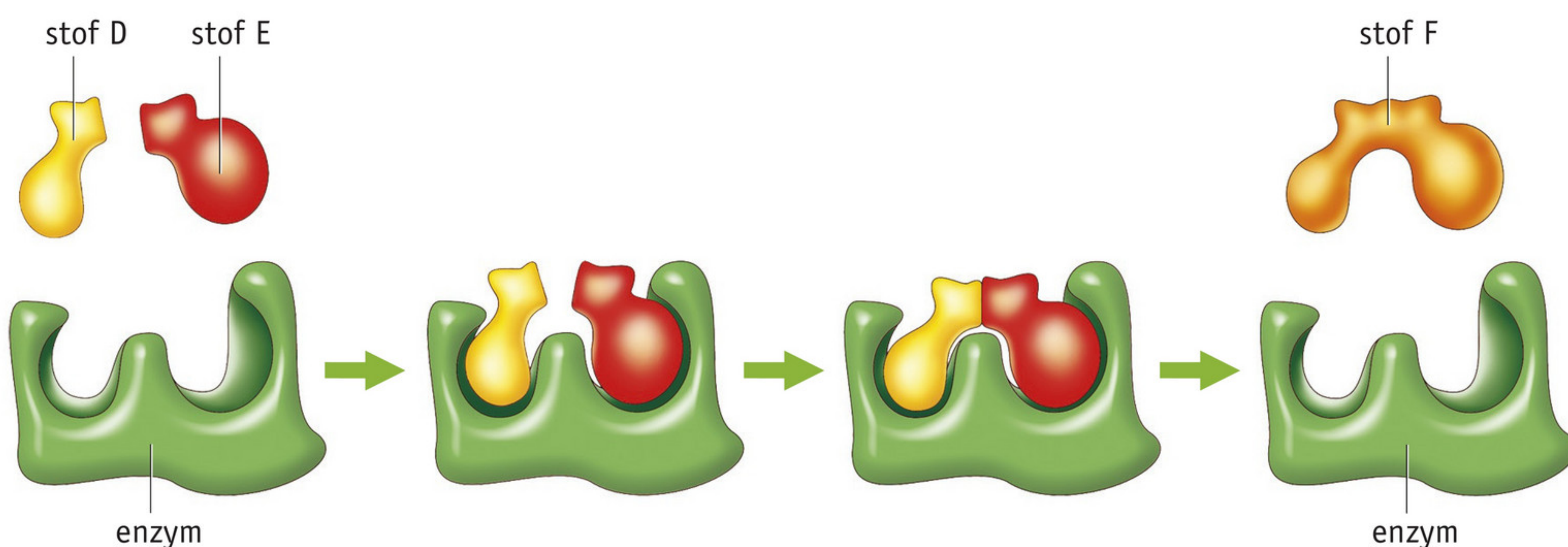
In afbeelding 4.1 zie je de werking van een enzym schematisch weergegeven. Het afgebeelde enzym 'knijpt' stof A in twee andere stoffen: stof B en stof C. Je ziet dat stof A een vorm heeft die precies op het enzym past. Je kunt dit vergelijken met een sleutel en een slot. Een andere stof heeft een andere vorm en past niet. Daardoor werkt dit enzym alleen (specifiek) op stof A. Je ziet ook dat het enzym na afloop van de splitsing weer vrijkomt. Het kan dan meer van stof A splitsen. Hierdoor is maar heel weinig enzym nodig om grote hoeveelheden van stof A te splitsen.

In afbeelding 4.2 zie je dat een ander enzym twee stoffen (stof D en stof E) aan elkaar 'lijmt' tot één andere stof (stof F). Ook bij dit type reactie blijft het enzym tijdens de reactie heel en kan het steeds opnieuw worden gebruikt. Enzymen versnellen de reacties van stofwisselingsprocessen zonder daarbij zelf te worden verbruikt. Alle organismen zijn afhankelijk van de werking van enzymen.

▼ **Afb. 4** De werking van een enzym (schematisch).

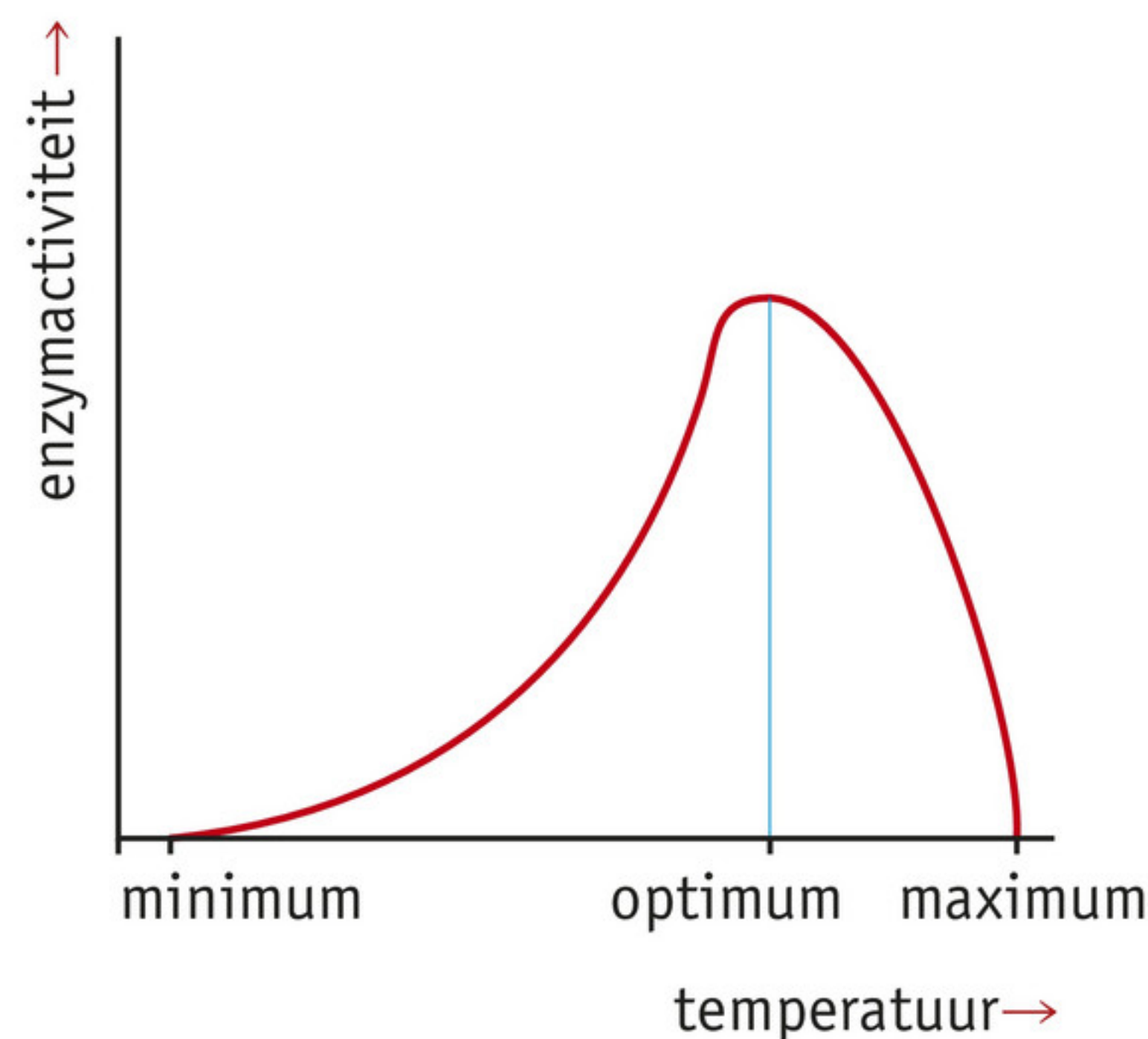


1 dit enzym werkt als een schaar

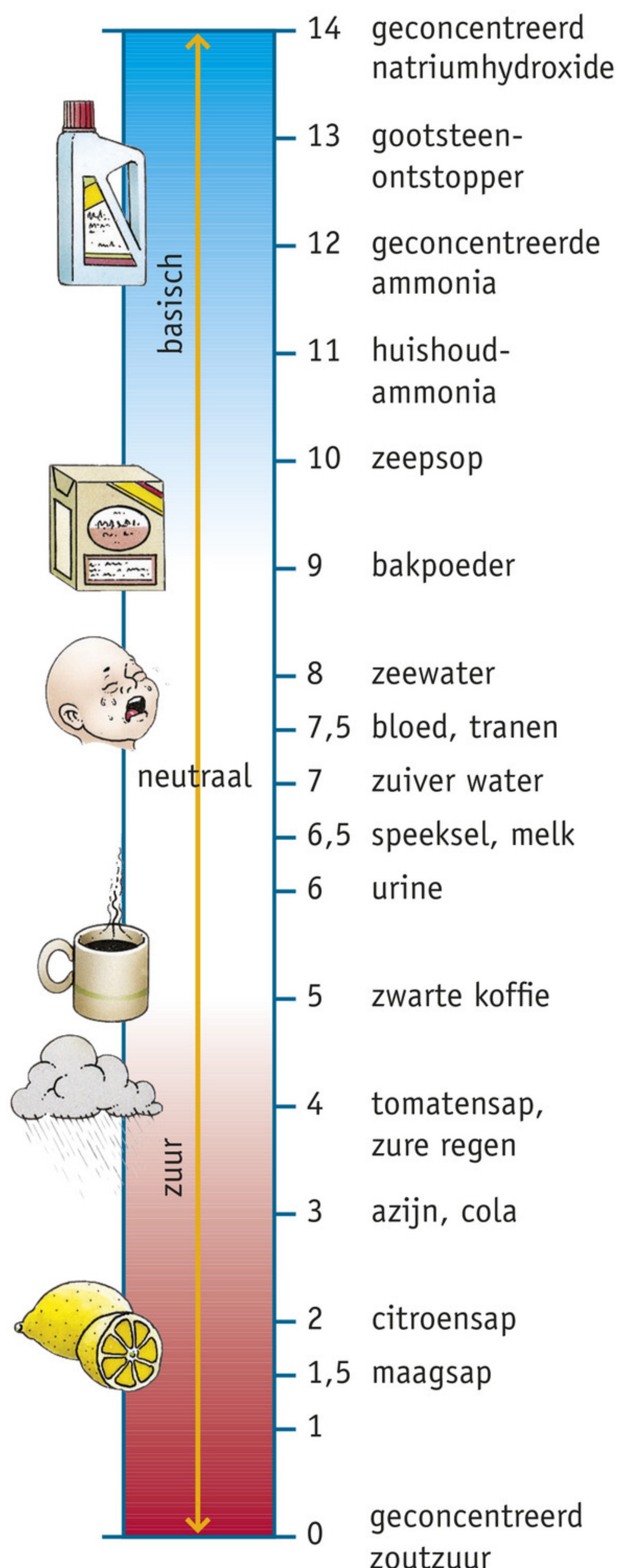


2 dit enzym werkt als lijm

▼ **Afb. 5** Het verband tussen de temperatuur en de enzymactiviteit.



▼ **Afb. 6** Een pH-schaal.



ENZYMACTIVITEIT

De snelheid waarmee een enzym een reactie versnelt, heet **enzymactiviteit**. De enzymactiviteit is afhankelijk van allerlei factoren. Twee van deze factoren zijn de temperatuur en de zuurgraad.

Het diagram in afbeelding 5 geeft het verband weer tussen de temperatuur en de enzymactiviteit. Zo'n diagram heet een **optimumkromme**. In het diagram is een minimum, een optimum en een maximum aangegeven.

Beneden de minimumtemperatuur is er geen enzymactiviteit. Door de lage temperatuur is het enzym tijdelijk onwerkzaam en er vindt geen reactie plaats.

Als de temperatuur boven het minimum stijgt, wordt het enzym werkzaam. De enzymactiviteit neemt toe. Deze stijging gaat door tot de zogenoemde **optimumtemperatuur**. De reactie die door het enzym wordt versneld, vindt dan optimaal (het snelst) plaats.

Stijgt de temperatuur tot boven het optimum, dan neemt de enzymactiviteit weer af. Deze afname gaat door tot de maximumtemperatuur is bereikt. Door de hoge temperatuur verandert de vorm van het enzym. Het enzym wordt dan voorgoed onwerkzaam, ook als de temperatuur later weer daalt. Je kunt het vergelijken met het koken van een ei. Bij het koken stollen de eiwitten. Als je het ei daarna afkoelt, worden de eiwitten niet weer vloeibaar.

Alle enzymen zijn werkzaam in vloeistoffen, bijvoorbeeld in het cytoplasma van cellen of in verteringssappen zoals speeksel. Deze vloeistoffen bestaan uit water met opgeloste stoffen. Door de opgeloste stoffen heeft elke vloeistof een bepaalde **zuurgraad** of **pH**.

In afbeelding 6 is een pH-schaal getekend. De zuurgraad van zuiver water is neutraal. De pH is dan 7. Is een vloeistof zuur, dan is de pH lager dan 7. Hoe lager de pH, hoe zuurder de vloeistof. Azijn heeft bijvoorbeeld een pH van ongeveer 3. Een vloeistof kan ook een pH hebben die hoger is dan 7, bijvoorbeeld zeepsop. We noemen die vloeistof dan basisch.

De zuurgraad beïnvloedt de enzymactiviteit ook volgens een optimumkromme. Veel enzymen werken het best bij een pH van ongeveer 7 (ongeveer neutraal). Maar sommige enzymen werken juist beter in een zuur of basisch milieu.

VOEDSEL CONSERVEREN

Enzymen in bacteriën en schimmels kunnen voedsel bederven. Door het **conserveren** van voedsel is voedsel langer houdbaar. De leefomstandigheden voor de bacteriën en schimmels worden dan ongunstig gemaakt. In afbeelding 7 zijn verschillende manieren van conserveren weergegeven.

Bij temperaturen boven 10 °C kan voedsel snel bederven. Rauw dierlijk voedsel, zoals eieren en vlees, bederft meestal door salmonellabacteriën. Salmonellabacteriën produceren giftige afvalstoffen. Ook kunnen ze zich zeer snel vermenigvuldigen bij temperaturen tussen 20 en 30 °C. Het is gevaarlijk om voedsel te eten dat veel salmonellabacteriën bevat. Je kunt er flink ziek van worden (voedselvergiftiging).

▼ Afb. 7 Manieren van conserveren.

1 KOEL BEWAREN



vriezer:
-18 °C

koelkast:
4 °C

Voedsel dat snel bederft, kun je het best **koel bewaren**. Bij een lage temperatuur zijn de meeste enzymen van bacteriën en schimmels niet actief. Daardoor bederft het voedsel niet of maar heel langzaam. Hoe lager de temperatuur waarbij je het voedsel bewaart, hoe langer het voedsel goed blijft. Door **invriezen** kan het voedsel enkele weken tot maanden goed blijven.

2 PASTEURISEREN



Pasteuriseren is een product gedurende korte tijd verhitten tot 72 °C. Hierbij gaan veel bacteriën en schimmels dood, maar nog niet allemaal. De meeste melk die in winkels te koop is, is gepasteuriseerd.

3 STERILISEREN



Steriliseren is een product verhitten tot 130–140 °C. Hierbij gaan alle bacteriën en schimmels dood. De enzymen worden dan definitief onwerkzaam. Lang houdbare melk is gesteriliseerd. Deze melk kun je buiten de koelkast bewaren. Door het steriliseren verandert de smaak.

4 DROGEN



Bacteriën en schimmels hebben water nodig om in leven te blijven. Door voedsel te **drogen** bederft het voedsel minder snel. Soep wordt bijvoorbeeld in poedervorm gemaakt door al het water aan de soep te onttrekken. Ook groenten en fruit kunnen worden gedroogd.

5 LUCHTDICHT VERPAKKEN



Als verhit voedsel afkoelt, kunnen er nieuwe bacteriën en schimmels op terecht komen, bijvoorbeeld uit de lucht. Deze bacteriën nemen zuurstof op uit de lucht. Daarom moet het voedsel direct na het verhitten **luchtdicht verpakt** worden. Soep en vlees worden bijvoorbeeld ingeblikt. Gemalen koffiebonen worden vacuüm verpakt. Hierbij wordt alle lucht uit de verpakking weggezogen.

▼ Afb. 8 Producten met natuurlijke conserveermiddelen.



1 zuur

2 suiker

3 zout

CONSERVEERMIDDELEN EN ANDERE TOEGEVOEGDE STOFFEN

Verpakt voedsel bevat vaak **conserveermiddelen** om het langer houdbaar te maken. Zuur (azijn), suiker en zout zijn **natuurlijke conserveermiddelen** (zie afbeelding 8). In een omgeving met veel zuur, suiker of zout gaan bacteriën en schimmels dood. Aan uitjes en augurken bijvoorbeeld wordt azijn toegevoegd. Bij het maken van jam wordt aan de vruchten suiker toegevoegd. Aan haring en olijven wordt veel zout toegevoegd.

11

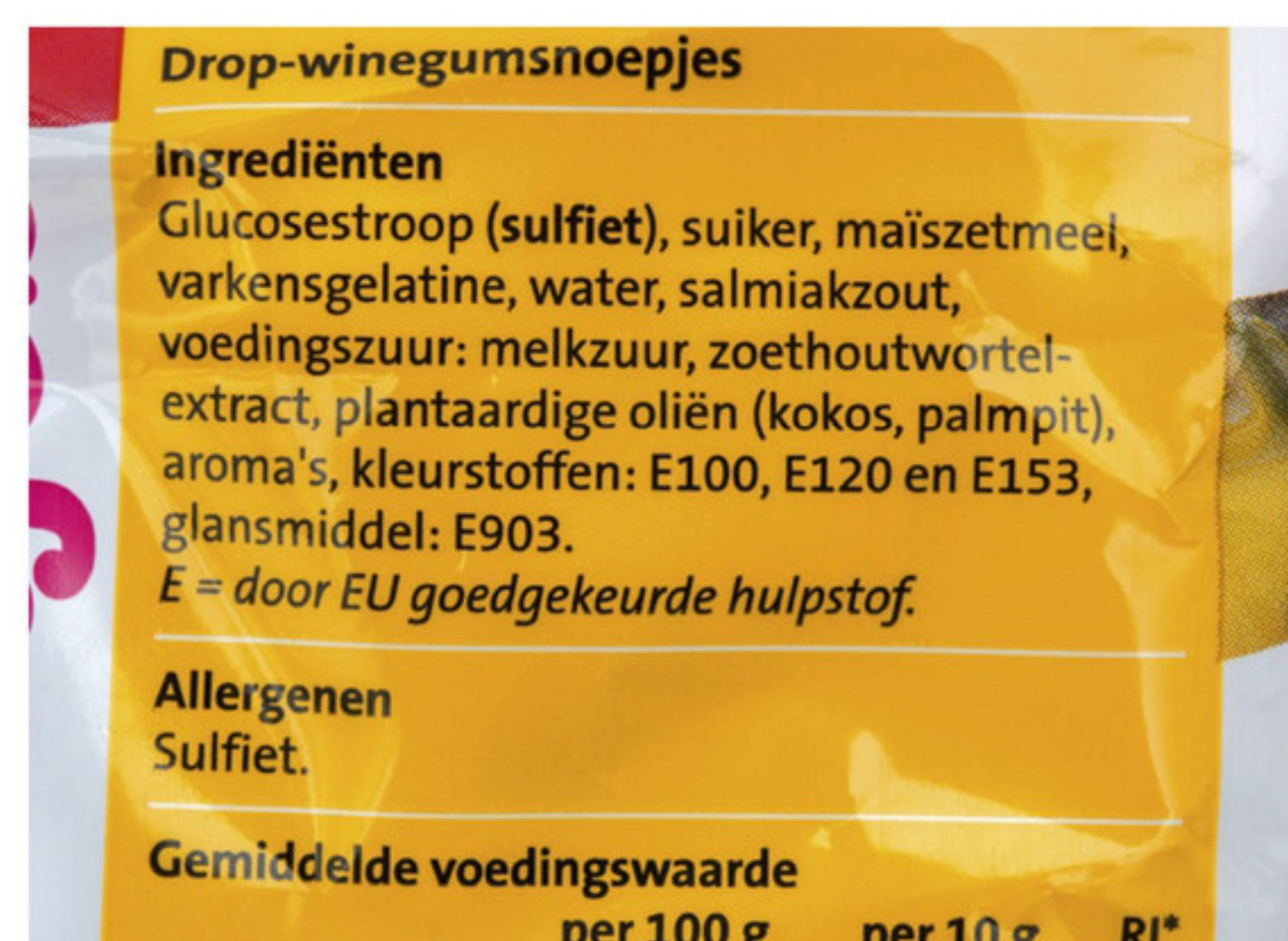
Aan veel voedsel voegt men **kunstmatige conserveermiddelen** toe. Een voorbeeld hiervan is sulfiet dat aan allerlei dranken wordt toegevoegd. Hierdoor bederven de dranken minder snel. Ook om voedsel aantrekkelijker te maken voegt men vaak stoffen toe. Voorbeelden hiervan zijn **kleurstoffen**, **geurstoffen** en **smaakstoffen**. Deze stoffen verbeteren de kleur, de geur en de smaak van bijvoorbeeld snoep en ijs.

Al deze stoffen samen worden additieven genoemd. Voor een gezonde voeding is het belangrijk dat er niet te veel kunstmatige additieven in het voedsel zitten. Bij een normaal eetpatroon krijg je niet te veel van deze stoffen binnen. Sommige fabrikanten vermelden nauwkeurig welke additieven in hun producten voorkomen (zie afbeelding 9.1). Er zijn ook bewerkte producten waaraan geen onnatuurlijke additieven zijn toegevoegd (zie afbeelding 9.2).

Een voedingsspecialist houdt zich bezig met het ontwikkelen van nieuwe voedingsmiddelen en verpakkingen (zie afbeelding 10).

WB OPDRACHT 1 T/M 11 BLZ. 6

► **Afb. 9** Etiketten van producten met en zonder kleurstoffen.



1 bevat kleurstoffen



2 bevat geen kleurstoffen

▼ **Afb. 10**

Voedingsspecialist

Ovengebakken chips waar minder vetten in zitten of frisdrank die verkleurt zodra de drank koel genoeg is. Wie verzint dat allemaal? Juist, een voedingsspecialist. Esmée is voedingsspecialist. Ze ontwikkelt nieuwe producten en verpakkingen. Zo verbetert ze de smaak en de vorm van producten. Nog belangrijker is de kwaliteit van voedingsmiddelen. Alle voedingsmiddelen moeten aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Pas als ze zijn goedgekeurd, mogen ze worden verkocht. Daarom voert Esmée controles uit op bestaande en nieuwe voedingsmiddelen en zorgt ze ervoor dat de productie efficiënt verloopt. Hierbij moet ze zorgvuldig en hygiënisch te werk gaan. De opleiding tot voedingsspecialist wordt ook wel voedingsmanagement genoemd.



2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen

Voedingsmiddelen zijn de producten die je eet of drinkt. Voedingsmiddelen kunnen plantaardig of dierlijk zijn (zie afbeelding 11). Er zijn ook voedingsmiddelen die zowel uit plantaardige als uit dierlijke producten bestaan, zoals roomboterkoekjes, vruchtenyoghurt en saucijzenbroodjes.

Voedingsmiddelen bevatten allerlei voedingsstoffen. **Voedingsstoffen** zijn de bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen. Het verteringsstelsel heeft als taak om voedingsmiddelen af te breken tot stoffen die het lichaam kan opnemen.

▼ Afb. 11 Voedingsmiddelen.



1 plantaardige voedingsmiddelen

2 dierlijke voedingsmiddelen

GROEPEN VOEDINGSSTOFFEN

Er zijn zes groepen voedingsstoffen: eiwitten, koolhydraten, vetten, water, mineralen (zouten) en vitaminen. Je hebt alle zes groepen voedingsstoffen nodig om gezond te blijven. Voedingsstoffen kunnen in je lichaam verschillende functies vervullen. In thema 1 Planten heb je geleerd dat er bouwstoffen, brandstoffen en reservestoffen bestaan. Mineralen en vitaminen noemen we **beschermende stoffen**. Ze helpen ziekten te voorkomen.

Veel plantaardige voedingsmiddelen bevatten **voedingsvezels**. Dit zijn plantaardige stoffen die de enzymen van de mens niet kunnen verteren. Voedingsvezels zijn belangrijk, omdat ze de darmbewegingen en de stoelgang (het poepen) bevorderen.

EIWITTEN

Eiwitten zijn vooral belangrijk als bouwstof. Cellen bestaan voor een groot deel uit eiwitten en ook alle enzymen zijn eiwitten. Voor de vorming van cytoplasma bijvoorbeeld zijn veel eiwitten nodig. Je lichaam slaat geen eiwitten op. Eiwitten kunnen daardoor niet als reservestoffen dienen. Een teveel aan eiwitten wordt verbrand. In afbeelding 12 zie je voedingsmiddelen die veel eiwitten bevatten.

► **Afb. 12** Voedingsmiddelen met veel eiwitten.



KOOLHYDRATEN

Glucose, suiker en zetmeel zijn koolhydraten. Vooral plantaardige voedingsmiddelen bevatten koolhydraten (zie afbeelding 13). Aardappelen en granen bevatten veel zetmeel. Vruchten bevatten vaak glucose of druivensuiker. Tafelsuiker wordt onder andere gemaakt van suikerbieten en suikerriet. Dierlijke voedingsmiddelen bevatten meestal weinig koolhydraten. Koolhydraten zijn belangrijke brandstoffen: ze leveren energie. Maar ze dienen ook als bouwstoffen en reservestoffen. Suikers en zetmeel worden verteerd tot glucose. Een groot deel van deze glucose wordt in de cellen verbrand. Een kleiner deel wordt omgezet in glycogeen. Glycogeen is een reservestof. Ook kan een deel van de overvloedige glucose worden omgezet in vet.

► **Afb. 13** Voedingsmiddelen met veel koolhydraten.



VETTEN

Vetten dienen vooral als brandstoffen, maar zijn ook belangrijk als bouwstoffen. Je voedsel hoeft niet veel vet te bevatten. Als je meer vet binnenkrijgt dan je nodig hebt, wordt het teveel opgeslagen als reservestof. Dit gebeurt vooral onder je huid. Hierdoor krijg je een dikkere onderhuidse vetlaag. Als je te veel vet en koolhydraten eet, word je dus dikker. Soms zie je niet meteen dat er veel vet in een voedingsmiddel zit, zoals bij chocola, koekjes en kaas.

Er zijn gezonde en minder gezonde vetten. **Onverzadigde vetten**, meestal plantaardige vetten, zijn gezond. Ze zitten vooral in vloeibaar vet, maar ook in noten en vis (zie afbeelding 14.1). Je lichaam gebruikt onverzadigde vetten als bouwstof. Voor de vorming van celmembranen bijvoorbeeld zijn vetten nodig. Daarom is het niet verstandig om helemaal geen onverzadigd vet te eten.

Verzadigde vetten, meestal dierlijke vetten, zijn minder gezond (zie afbeelding 14.2). Ze kunnen niet goed als bouwstof worden gebruikt en dienen daardoor vooral als brandstof. Door het eten van veel verzadigde vetten wordt je onderhuidse vetlaag dikker en heb je meer kans op hart- en vaatziekten.

▼ **Afb. 14** Voedingsmiddelen met veel vetten.



1 bevatten vooral onverzadigde vetten



2 bevatten vooral verzadigde vetten

WATER

Water is een bouwstof. Organismen bestaan voor het grootste deel uit water. Het lichaam van een volwassen man bestaat voor ongeveer 60% uit water. Bij vrouwen is dat wat minder.

Water is belangrijk bij het vervoer van stoffen in je lichaam. Bloed vervoert allerlei stoffen en bestaat voor een groot deel uit water. Ook cytoplasma bestaat voor een groot deel uit water. Een mens kan niet lang zonder water. Alle dranken, maar ook fruit en groenten, bevatten veel water (zie afbeelding 15).

► **Afb. 15** Voedingsmiddelen met veel water.



MINERALEN (ZOUTEN)

Mineralen worden ook wel zouten genoemd. Voorbeelden van mineralen zijn calcium (kalk), fluoride, ijzer, natrium (in keukenzout) en kalium. Je lichaam heeft allerlei mineralen nodig als bouwstoffen en beschermende stoffen. Calcium heb je nodig voor de opbouw van beenderen. Bij de opbouw van het gebit is fluoride nodig. Ijzer is noodzakelijk voor de vorming van hemoglobine in rode bloedcellen.

Je hebt elke dag maar heel weinig mineralen nodig en in gezonde voeding zitten voldoende mineralen. Van keukenzout gebruiken we vaak zelfs te veel.

VITAMINEN

Vitaminen dienen als bouwstoffen of als beschermende stoffen in je lichaam. Door een tekort aan een vitamine kun je ziek worden. In normale, gezonde voeding zitten voldoende vitaminen. Extra vitaminen (bijvoorbeeld vitaminepillen) kunnen nooit gezonde voeding vervangen. Voor sommige vitaminen geldt zelfs dat ze schadelijk zijn voor je lichaam als je er te veel van binnenkrijgt.

Vitaminen worden aangegeven met een letter en soms nog met een getal (bijvoorbeeld B12). Belangrijke vitaminen zijn A, B, C, D, E en K. Aan sommige voedingsmiddelen worden vitaminen toegevoegd, zoals aan boter (zie afbeelding 16).

De soort en de hoeveelheid vitamine in voedingsmiddelen kan heel verschillend zijn. In fruit en verse groenten zit veel vitamine C, in vis veel vitamine D en in vlees veel vitamine A. Als je gevarieerd eet, krijg je voldoende van alle vitaminen binnen.

▼ **Afb. 16** Aan boter worden vitaminen toegevoegd.



Ingrediënten: water, plantaardige oliën 38% (zonnebloem, palm*, koolzaad, lijnzaad, volledig geharde palm*), YOGHURT (6%), gemodificeerd zetmeel, calciumzouten, emulgatoren (mono- en diglyceriden van vetzuren, zonnebloemlecithine), zout (0,3%), conserveermiddel (kaliumsorbaat), voedingszuur (citroenzuur), antioxidant (calciumdianatrium EDTA), natuurlijke aroma's, vitaminen (A, Thiamine (= vitamine B1), Riboflavine (= vitamine B2), B6, B12 en D), kleurstof (caroteen). *Dit is duurzame palmolie. Lees meer op: www.unilever.nl/duurzaamleven.

VOEDINGSSTOFFEN AANTONEN

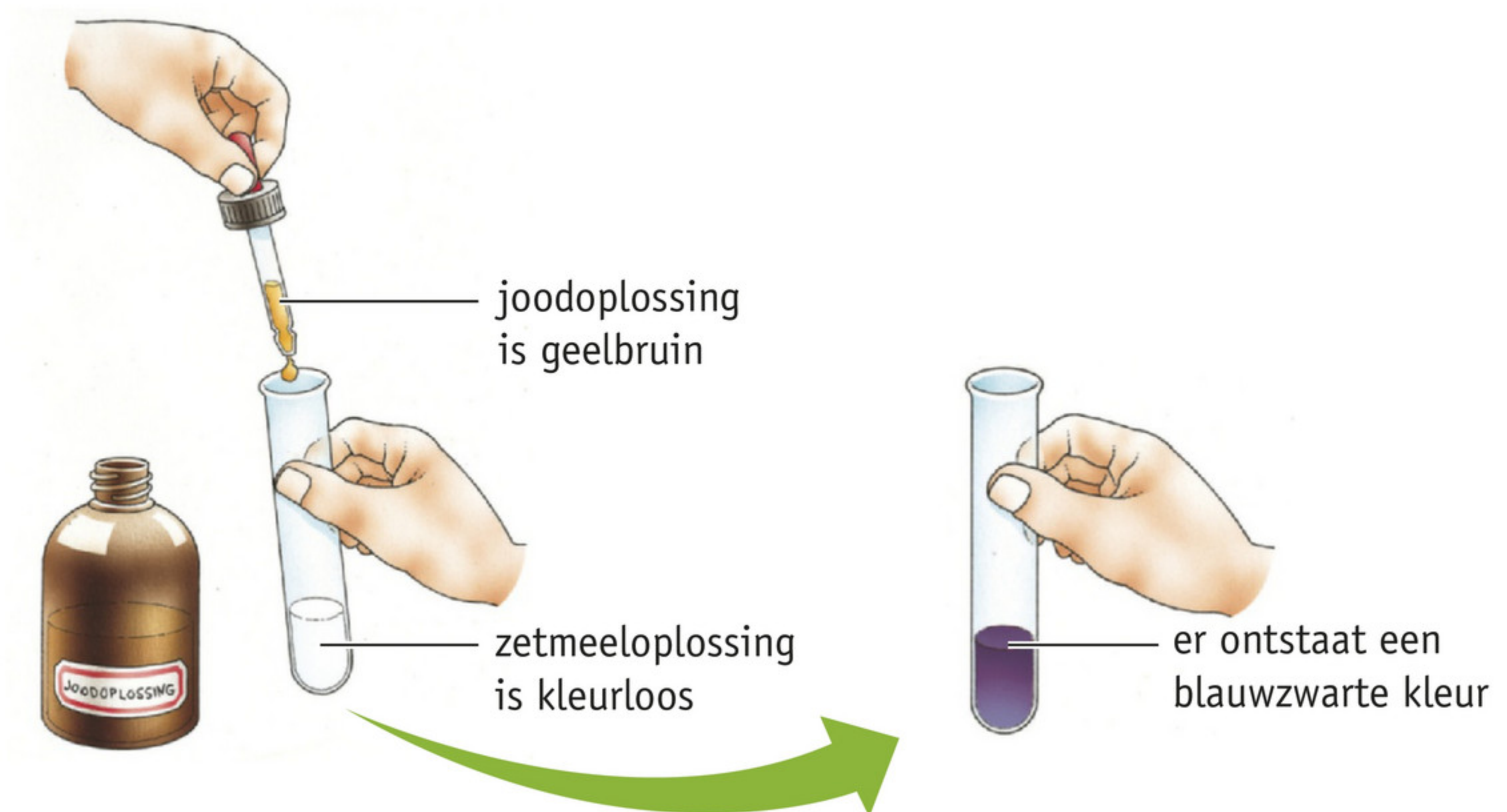
Je kunt de voedingsstoffen in voedingsmiddelen aantonen met behulp van **indicatoren**.

Een voorbeeld van een indicator is **joodoplossing** (zie afbeelding 17). Hiermee toon je zetmeel aan. Glucose kun je aantonen met teststrookjes (zie afbeelding 18). Op een teststrookje zit een indicator die verkleurt.

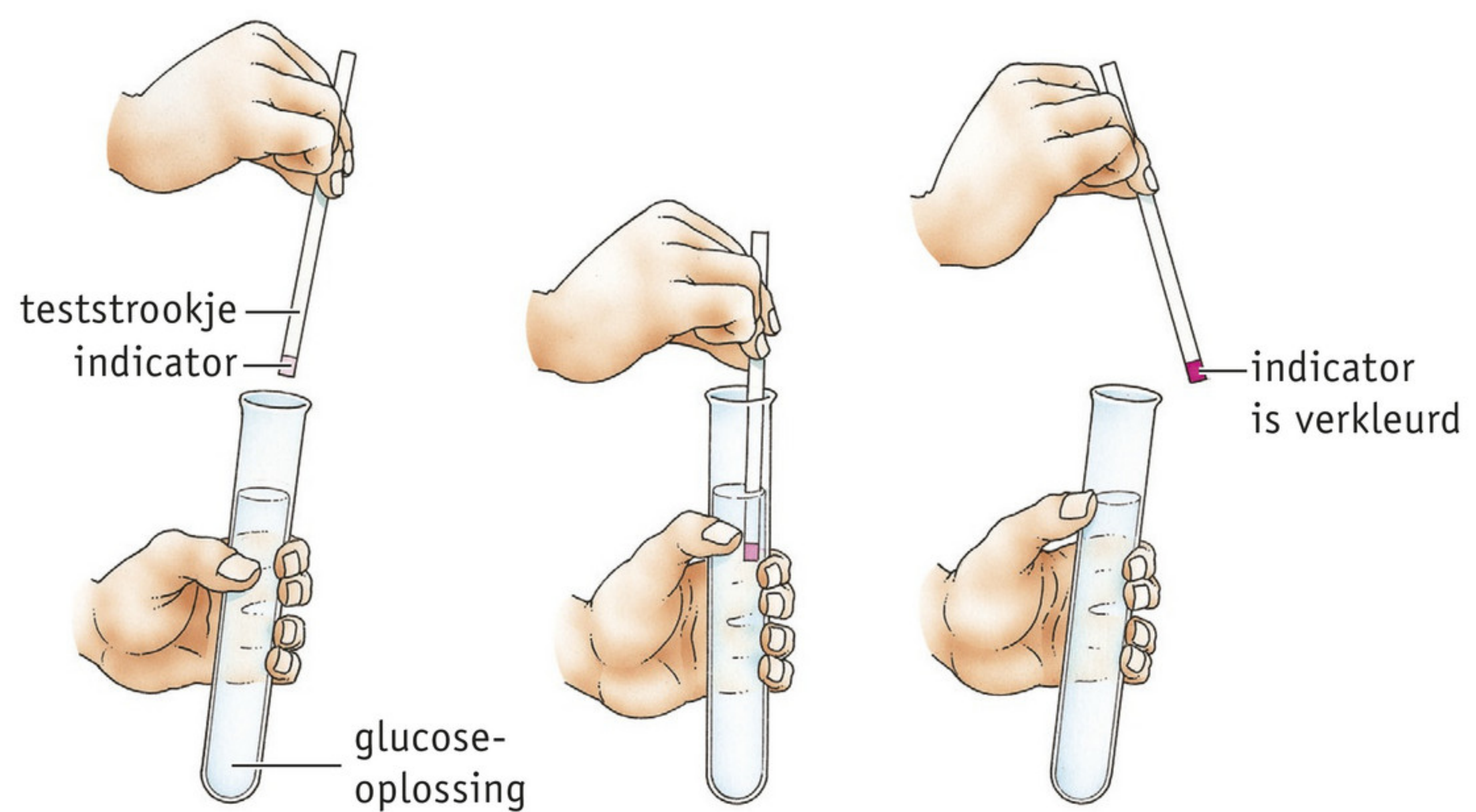
WB PRACTICUM 1 EN 2 BLZ. 51

WB OPDRACHT 12 T/M 18 BLZ. 14

► **Afb. 17** Zetmeel aantonen door joodoplossing.



► **Afb. 18** Glucose aantonen.



3 Voeding en leefstijl

Als puber heb je vaak honger. Dat is niet zo verwonderlijk, want juist nu groei je hard. Goede voeding en een gezonde leefstijl zijn daarbij belangrijk.

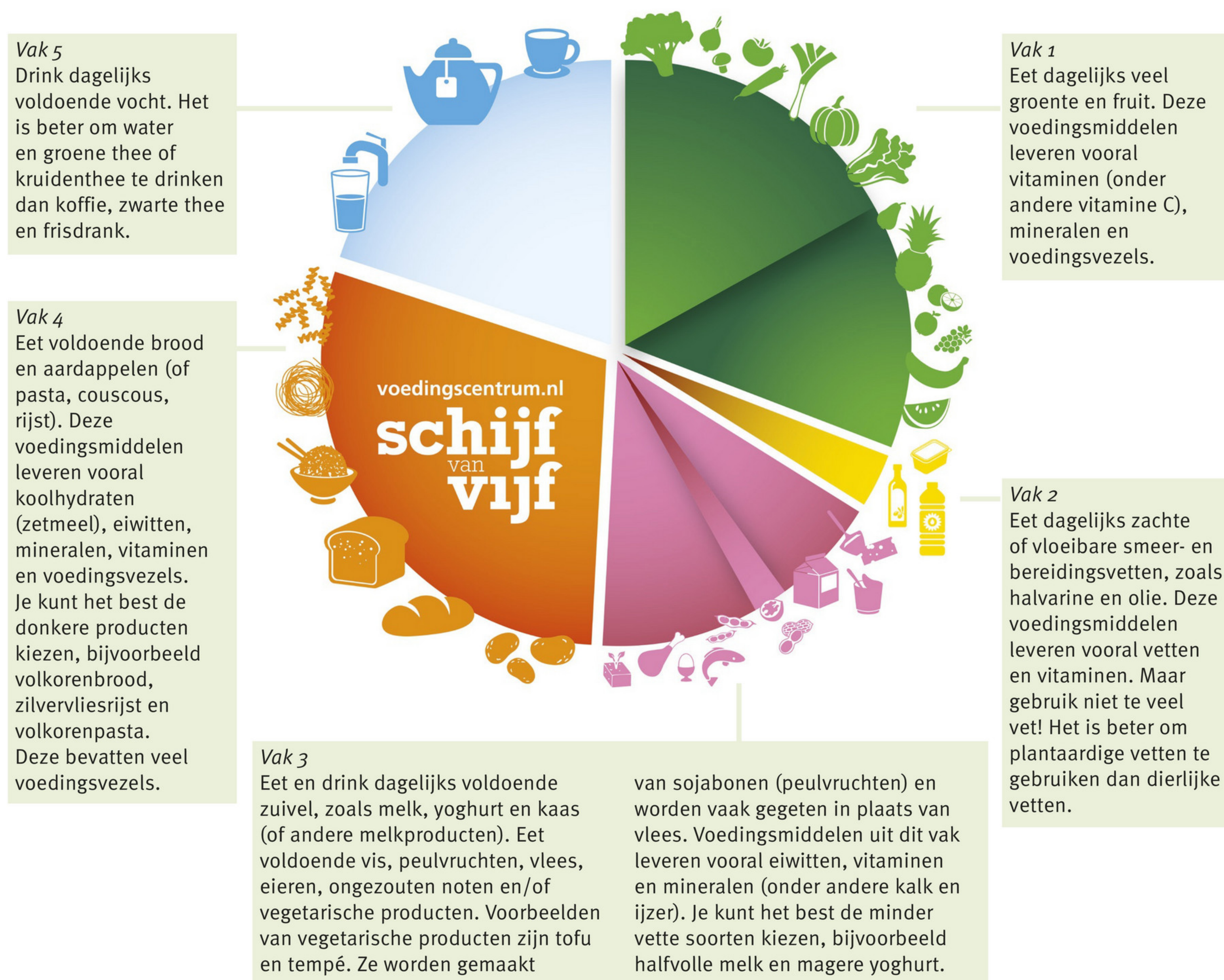
ADVIEZEN VOOR GEZONDE VOEDING

Goede voeding is nodig voor een goede gezondheid. Alle voedingsmiddelen die je eet en drinkt, kunnen een bijdrage leveren aan goede voeding. Dit hangt af van de hoeveelheden die je gebruikt en de verhouding waarin je de voedingsmiddelen gebruikt.

Het Voedingscentrum heeft de schijf van vijf samengesteld (zie afbeelding 19). In de vakken van de schijf van vijf staan vijf groepen voedingsmiddelen die je dagelijks nodig hebt. Als je elke dag voldoende uit elk vak eet en drinkt, krijg je alle voedingsstoffen binnen die je lichaam nodig heeft. Sommige voedingsmiddelen staan niet in de schijf van vijf, omdat ze niet gezond zijn, zoals snoep, chips, pizza en frisdrank.

Het Voedingscentrum geeft ook adviezen. In afbeelding 20 zie je enkele van deze adviezen.

▼ Afb. 19 De schijf van vijf.



▼ Afb. 20

ADVIEZEN VOOR EEN GEZONDE VOEDING EN LEEFSTIJL

1 Eet gevarieerd

Er is niet één voedingsmiddel waarin alle voedingsstoffen in voldoende hoeveelheden aanwezig zijn. Varieer met voedingsmiddelen (eet bijvoorbeeld verschillende soorten groenten), want dan krijg je alle stoffen binnen die je nodig hebt.

2 Eet niet te veel en beweeg voldoende

Goede dagelijkse voeding bestaat uit drie maaltijden en niet vaker dan drie tot vijf keer iets kleins tussendoor. Gebruik niet te veel vet, suiker, zout en alcohol. Ook beweging is belangrijk om gezond en fit te blijven. Jongeren hebben elke dag minstens een uur beweging nodig.

3 Eet weinig verzadigd vet

Vooraf dierlijk vet is verzadigd vet. Kies halvarine, vloeibaar vet en olie. Deze producten bevatten vooral onverzadigd vet.

4 Eet veel groente, fruit en volkorenbrood

Groente en fruit en volkorenbrood zijn vezelrijke voedingsmiddelen. Ze leveren weinig energie en veel voedingsstoffen in verhouding tot hun gewicht. Ook geven ze snel een verzadigd gevoel.

5 Ga veilig met je voedsel om

Voorkom voedselvergiftiging door goede voedselhygiëne.

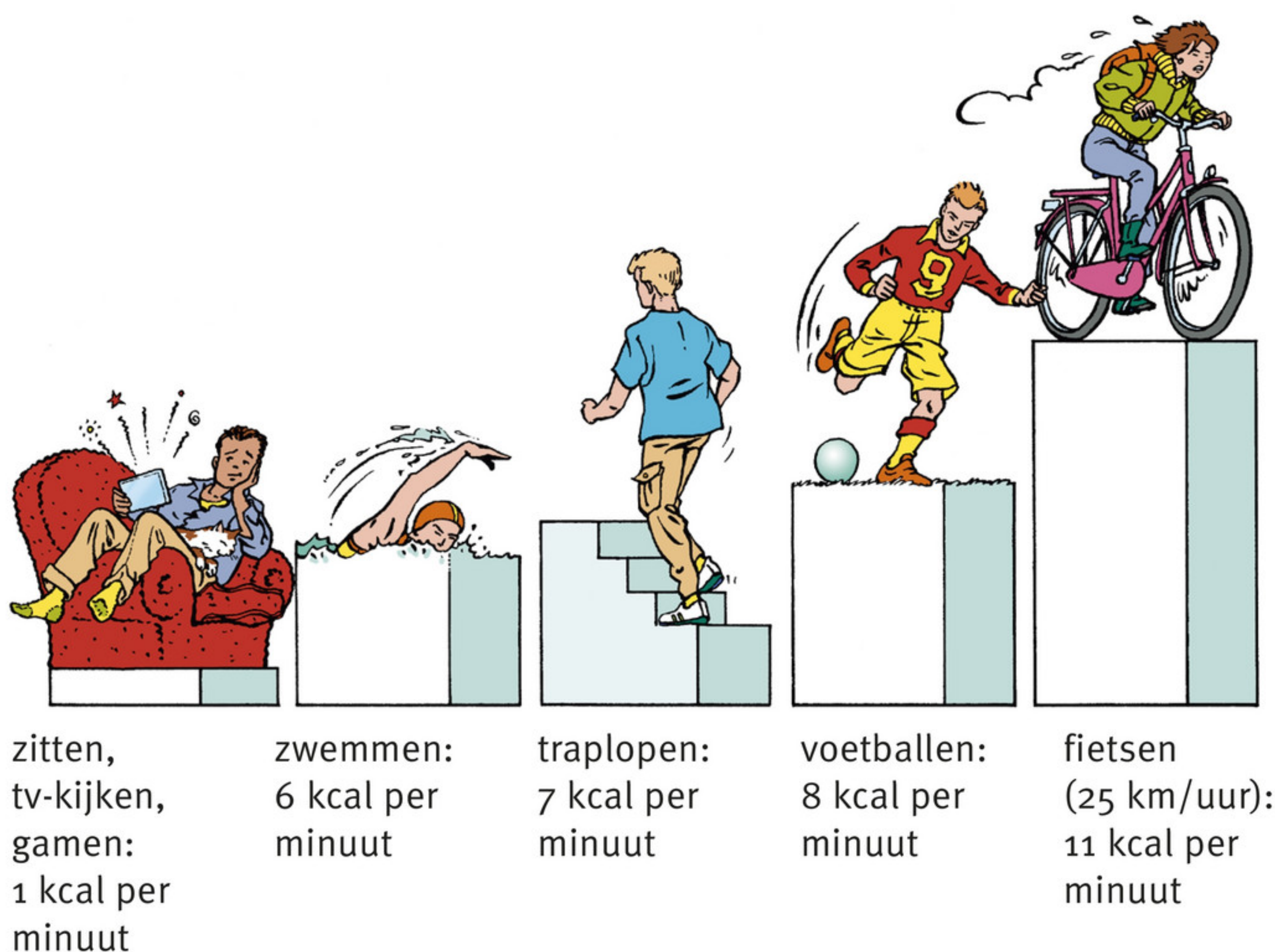
ENERGIEBEHOEFTE

Het is niet alleen belangrijk wat je eet of drinkt, maar ook hoeveel. De hoeveelheid voedsel die je nodig hebt, is vooral afhankelijk van je energiebehoefte.

Zolang je leeft, wordt in je lichaam energie vrijgemaakt bij de verbranding. Zelfs als je slaapt, gaan in je lichaam allerlei processen door, zoals de hartslag en de ademhaling. De stofwisseling van een lichaam in rust wordt ook wel de **grondstofwisseling** genoemd. Deze is afhankelijk van verschillende factoren, zoals het geslacht, de leeftijd, de lengte, het lichaamsgewicht en de milieutemperatuur. Bij lage temperaturen moeten de cellen van het lichaam veel glucose verbranden om de lichaamstemperatuur op peil te houden.

Ook als je beweegt, wordt in je spieren glucose verbrand. Hierbij komt energie vrij. In afbeelding 21 is weergegeven hoeveel energie iemand van 60 kg nodig heeft voor verschillende activiteiten. De hoeveelheden energie zijn weergegeven in **kilocalorie (kcal)**.

► **Afb. 21** Energiebehoefte bij verschillende activiteiten.



Niet alle energie die in de spieren wordt vrijgemaakt, komt vrij als beweging. Een deel van deze energie komt vrij als warmte. Bij lichamelijke inspanning merk je dat: je krijgt het warm en je gaat zweten.

HOEVEEL MOET JE ETEN EN DRINKEN?

In afbeelding 22 is weergegeven wat iemand van 16 jaar dagelijks ongeveer nodig heeft. Het is niet verstandig om regelmatig meer te eten dan je lichaam nodig heeft. Als je (te) veel eet en (te) weinig beweegt, kun je zwaarder en dikker worden. Als je gewicht te hoog is, is er sprake van overgewicht. Dit kan leiden tot gezondheidsproblemen. Het is ook niet verstandig om te weinig te eten. Daardoor kun je vermageren en te weinig voedingsstoffen binnenkrijgen. Een tekort aan bepaalde voedingsstoffen veroorzaakt gebreksziekten.

► **Afb. 22** Dagelijks benodigde voedingsmiddelen en hoeveelheden

	JONGEN (16 JAAR)	MEISJE (16 JAAR)
	250 g groente	250 g groente
	2 porties fruit	2 porties fruit
	6–8 bruine/volkoren boterhammen	4–5 bruine/volkoren boterhammen
	6 opscheplepels volkoren graanproducten of kleine aardappelen	4–5 opscheplepels volkoren graanproducten of kleine aardappelen
	100 g vis of vlees, of 2 opscheplepels peulvruchten	100 g vis of vlees, of 2 opscheplepels peulvruchten
	25 g ongezouten noten	25 g ongezouten noten
	4 porties zuivel	3 porties zuivel
	40 g kaas	40 g kaas
	55 g smeer- en bereidingsvetten	40 g smeer- en bereidingsvetten
	1,5–2 L vocht	1,5–2 L vocht

Als het verstandig is om af te vallen, kun je het best je leefstijl aanpassen. Je kunt bijvoorbeeld meer bewegen, meer groente en fruit eten, minder ongezonde tussendoortjes eten en minder frisdrank (en alcohol) drinken. Veel mensen 'lijnen' door bij de maaltijden minder te eten dan de aanbevolen hoeveelheden of ze slaan een maaltijd over. Dat is geen goede manier van dieet houden.

Sommige mensen zijn niet te dik, maar voelen zich te dik. Dit kan leiden tot een eetstoornis, waarbij te weinig of te veel wordt gegeten (zie afbeelding 23).

WB OPDRACHT 19 T/M 29 BLZ. 20

▼ Afb. 23

Eetstoornis

De meest bekende eetstoornissen zijn anorexia nervosa en anorexia boulimia. Anorexia komt vaker voor bij meisjes dan bij jongens.

Lisanne heeft anorexia nervosa. 'Ik wilde graag afvallen en ging lijnen. Nog steeds vond ik mezelf te dik. Ik at daarom steeds minder en ging laxemiddelen gebruiken. Ondertussen stond ik elke ochtend vroeg op om te kunnen hardlopen. Ik voelde me heel erg moe en onzeker. Thuis wilde ik er niet over praten. Gelukkig heeft mijn beste vriendin mij geholpen. Samen met haar ben ik naar mijn huisarts gegaan.'

Roos heeft anorexia boulimia: 'Vroeger ben ik veel gepest met mijn gewicht. Ik maakte me vaak zorgen om wat anderen van mij dachten. Ik was gespannen en kon me nergens op concentreren. Ik at regelmatig veel te veel tijdens eetbuien. Na zo'n eetbui voelde ik me enorm schuldig. Door te braken kwam ik niet aan. Eetstoornissen zijn eigenlijk psychische stoornissen. Ik krijg nu deskundige hulp. Hierdoor leer ik positiever naar mezelf te kijken.'

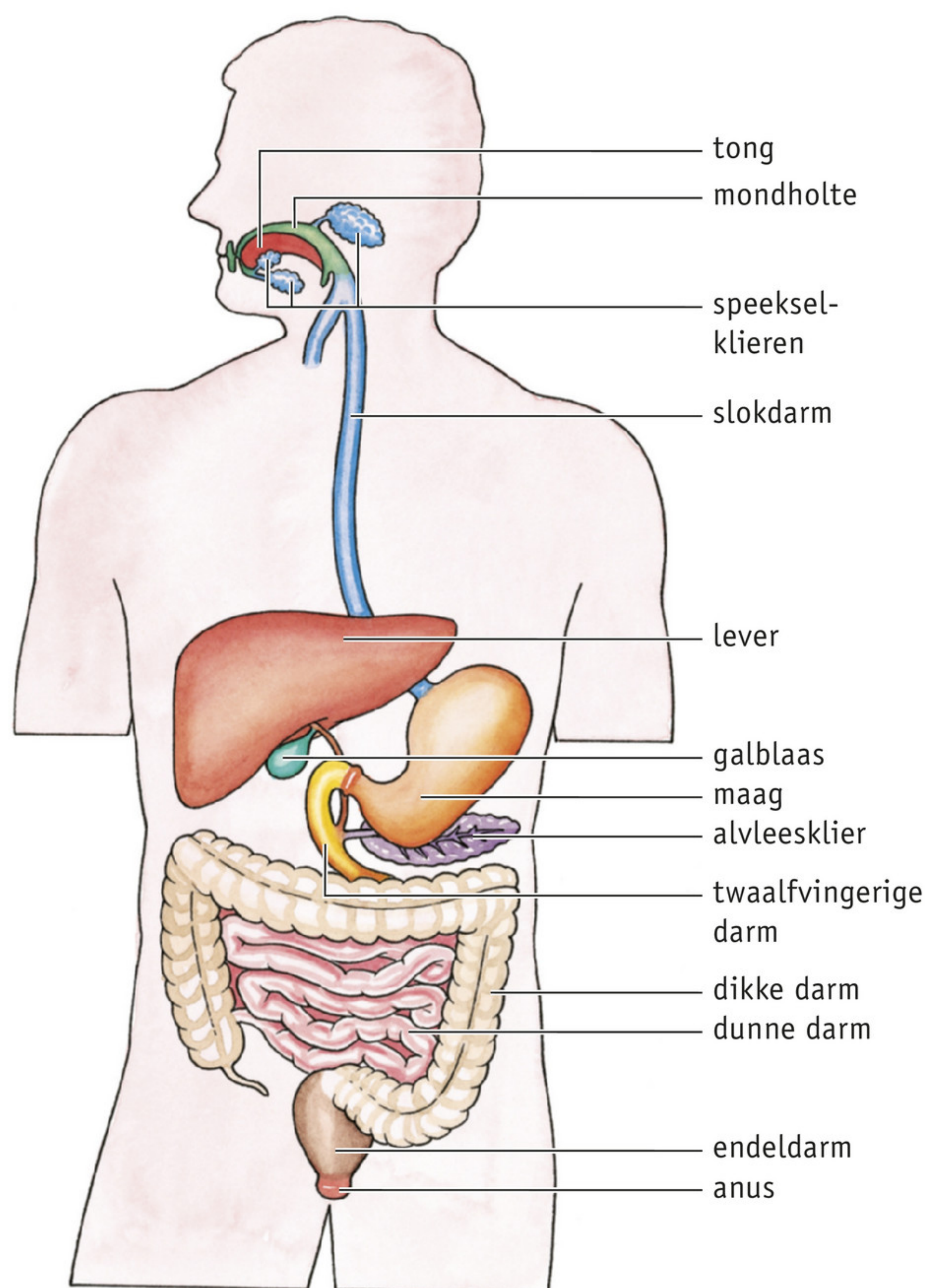


4 Het verteringsstelsel

Het voedsel dat je doorslikt, gaat in ongeveer 24 uur van mond naar anus. Dat is behoorlijk snel als je weet dat het verteringsstelsel zo'n negen meter lang is! Het verteringsstelsel bestaat voor het grootste deel uit een lang kanaal van de maag tot de anus: het darmkanaal. In afbeelding 24 is het verteringsstelsel van de mens schematisch getekend.

Alles wat je eet of drinkt gaat in een vaste volgorde door de organen van het verteringsstelsel: mond, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, dunne darm, dikke darm, endeldarm en anus.

► **Afb. 24** Het verteringsstelsel van de mens (schematisch).

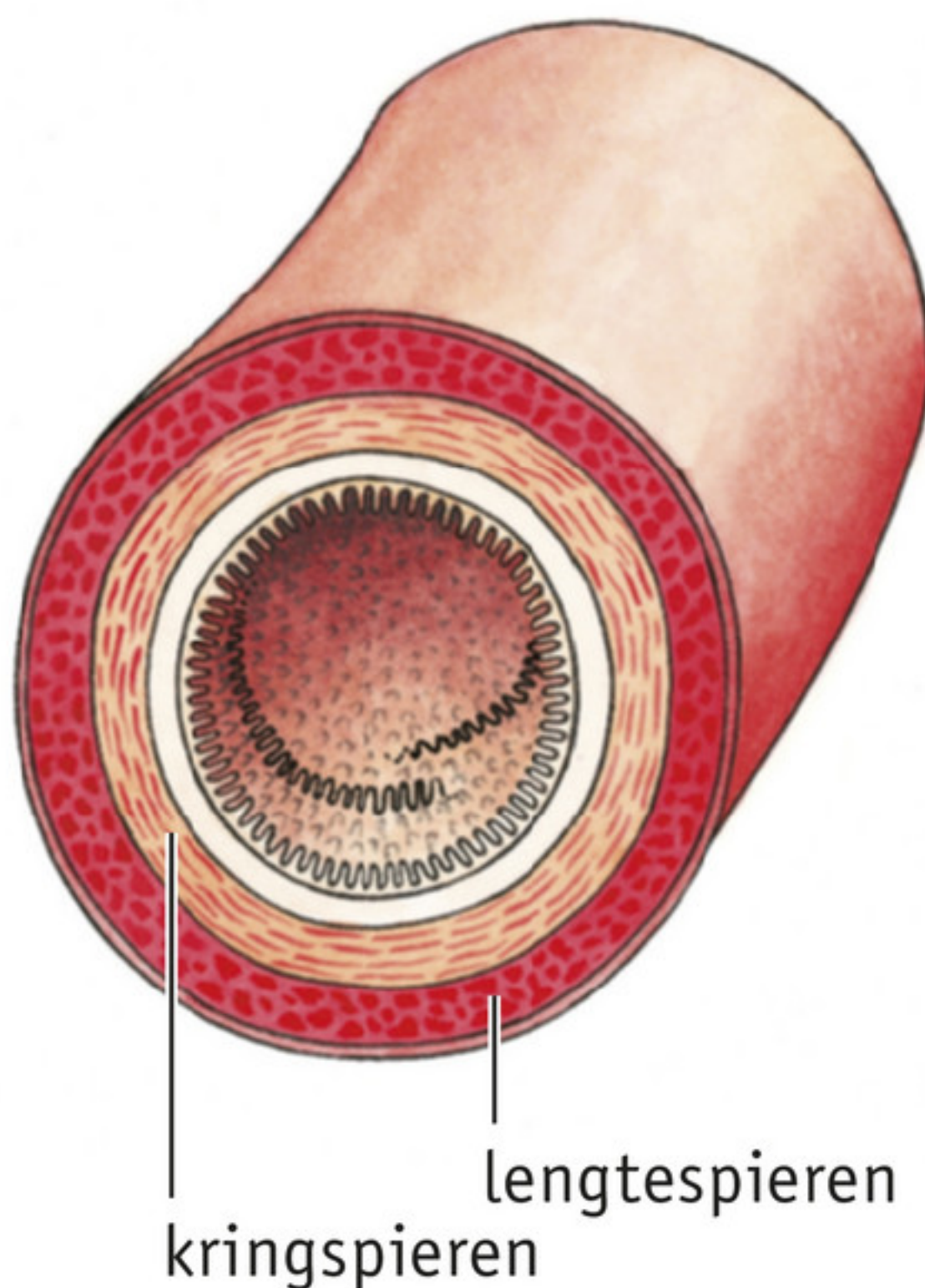


VERTERING

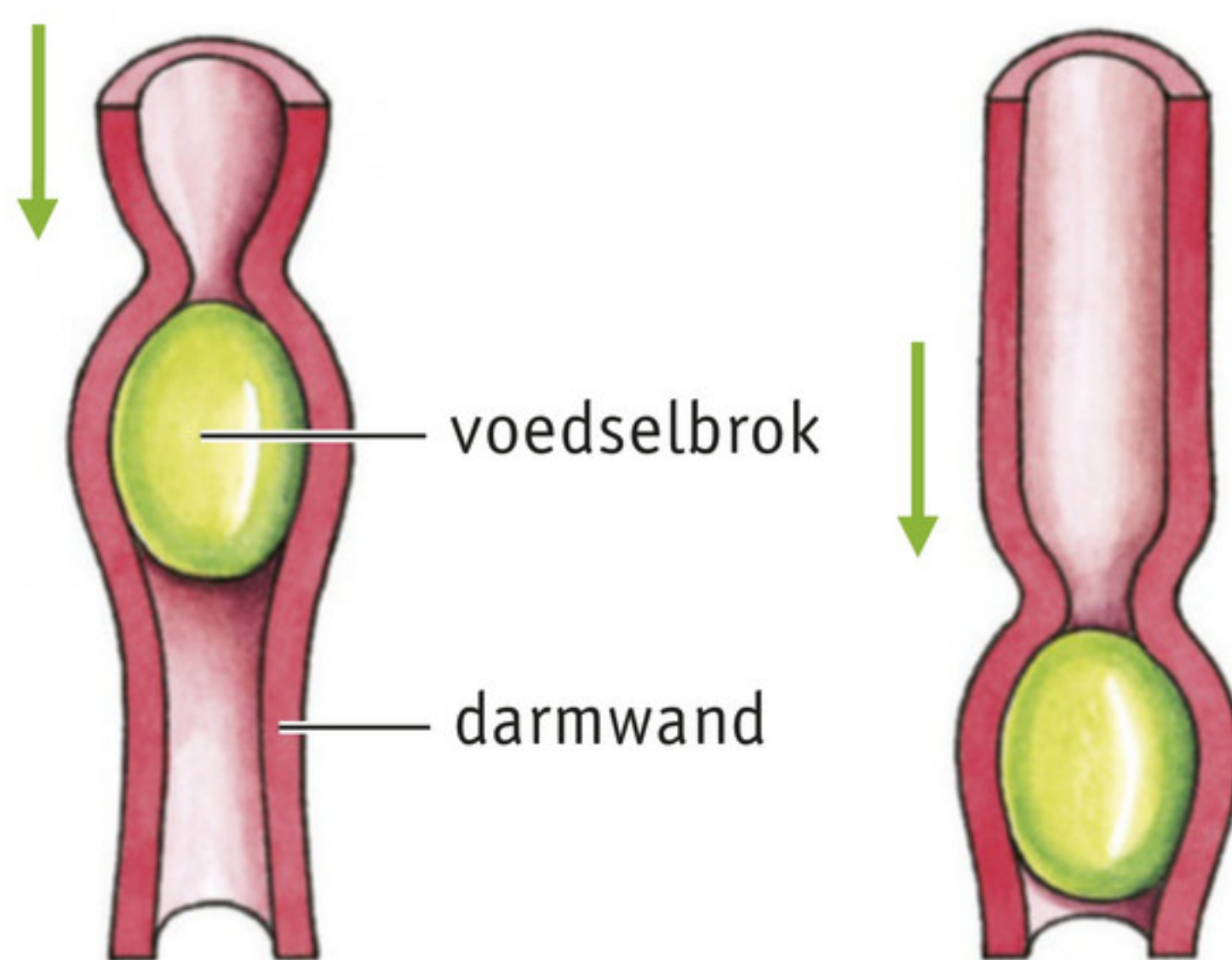
In het darmkanaal worden voedingsstoffen uit het voedsel opgenomen in het bloed. Sommige voedingsstoffen kunnen door de wand van het darmkanaal heen direct in het bloed worden opgenomen. Voorbeelden hiervan zijn glucose, mineralen, vitaminen en water. Andere voedingsstoffen moeten eerst worden verteerd, zoals eiwitten, de meeste koolhydraten (bijvoorbeeld suikers en zetmeel) en vetten.

Vertering is het afbreken van voedingsstoffen die niet door de darmwand heen kunnen, tot stoffen die wel door de darmwand heen kunnen. Deze stoffen (verteringsproducten) kunnen in het bloed worden opgenomen.

▼ **Afb. 25** Kringspieren en lengtespieren (schematisch).



▼ **Afb. 26** De darmperistaltiek (schematisch).



VERTERINGSSAPPEN

De vertering gebeurt met behulp van **verteringssappen**. Speeksel en maagsap zijn voorbeelden van verteringssappen. De verteringssappen worden gemaakt in **verteringsklieren**. Niet alle organen van het verteringsstelsel hebben verteringsklieren. De verteringsklieren bij de mens zijn de speekselklieren, maagsapklieren, lever, alvleesklier en darmsapklieren.

Veel verteringssappen bevatten enzymen. De enzymen zorgen ervoor dat de vertering snel verloopt.

Niet al het voedsel kan worden verteerd. Onverteerde voedselresten (bijvoorbeeld voedingsvezels) verlaten het lichaam via de anus.

DARMPERISTALTIEK

In de wand van het hele verteringsstelsel bevinden zich **kringspieren** en **lengtespieren** (zie afbeelding 25). Door het afwisselend samentrekken van deze spieren ontstaan **peristaltische bewegingen**, die samen de **darmperistaltiek** worden genoemd. Door de darmperistaltiek wordt de voedselbrij voortgeduwd, gekneet en goed gemengd met verteringssappen.

In afbeelding 26 is schematisch weergegeven hoe de darmperistaltiek tot stand komt. Vlak vóór een voedselbrok ontspannen de kringspieren zich en trekken de lengtespieren zich samen. Hierdoor wordt de darm (of maag) op deze plaats wijder. Vlak áchter een voedselbrok trekken de kringspieren zich samen en ontspannen de lengtespieren zich, zodat de darm (of maag) op deze plaats nauwer wordt.

Je hebt geleerd dat plantaardige voedingsmiddelen voedingsvezels bevatten. Voedingsvezels prikkelen de spieren in de wand van het verteringsstelsel, vooral in de dikke darm. Hierdoor bevorderen voedingsvezels de darmperistaltiek en verloopt de stoelgang (het poepen) goed.

Sommige mensen kunnen bepaalde stoffen niet verteren. Dit kan onder andere invloed hebben op de darmperistaltiek (zie afbeelding 27).

WB PRACTICUM 3 BLZ. 52

WB OPDRACHT 30 T/M 34 BLZ. 29

▼ **Afb. 27**

Melkvrij eten

Rabia heeft sinds ze tiener is een lactose-intolerantie. Ze kwam hierachter toen ze steeds vaker klachten kreeg, zoals buikpijn, diarree, een opgeblazen gevoel en winderigheid. Uit onderzoek is toen gebleken dat ze niet genoeg van het enzym lactase aanmaakt. Hierdoor kan ze de melksuiker lactose slecht verteren.

Sinds Rabia weet van haar lactose-intolerantie, eet en drinkt ze geen melk en melkproducten meer. Gelukkig is er sojamelk en sojavla. Ook veel tussendoortjes, zoals chips, snoep en koekjes, moet ze laten staan, omdat daaraan vaak melkproducten zijn toegevoegd. Dit staat dan op de verpakking vermeld.



5 De organen voor vertering

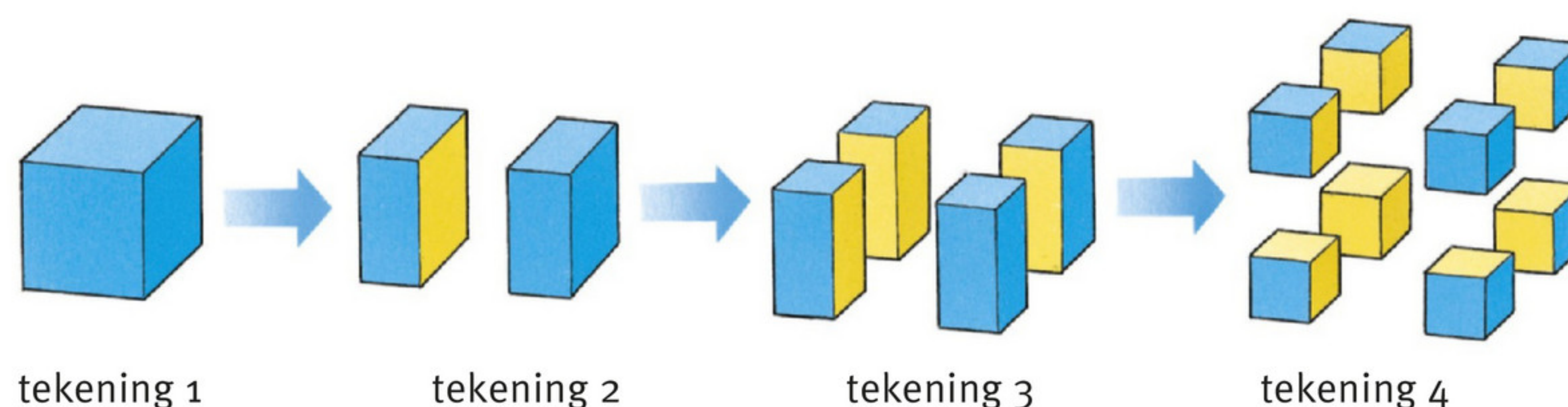
Een mens verteert tijdens zijn leven gemiddeld 30 000 kg voedsel. Dat is vergelijkbaar met tien volwassen nijlpaarden. Een flinke hap dus. Om al die kilo's te verteren, werken veel organen samen.

MONDHOLTE, KEELHOLTE EN SLOKDARM

Kauwen is de eerste stap in de vertering van je voedsel. Dit gebeurt door je gebit in de **mondholte**. Door te kauwen verdeel je het voedsel in kleine stukjes. Hierdoor kun je het beter doorslikken.

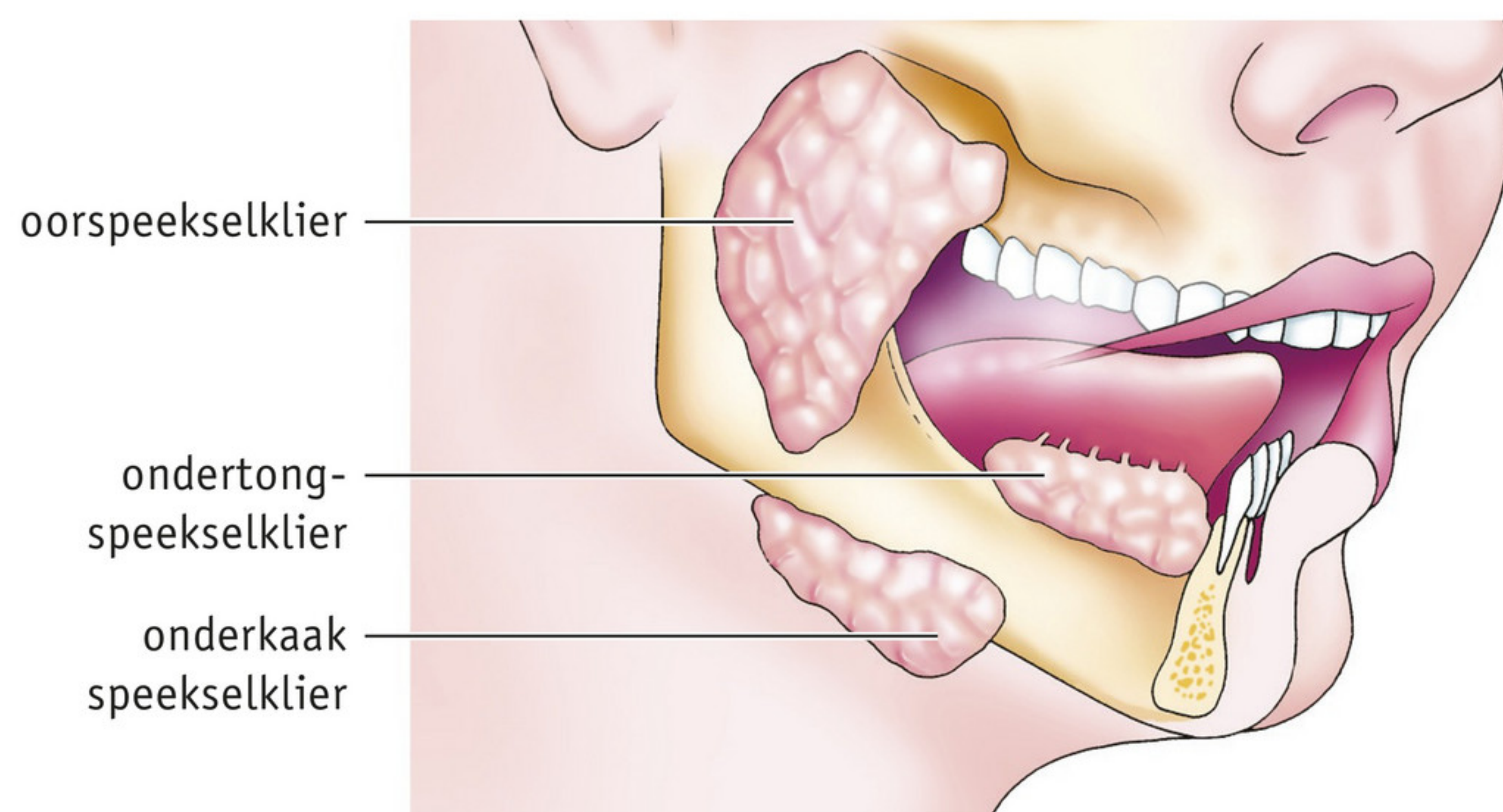
Kauwen heeft ook een functie bij de vertering. Enzymen in verteringssappen kunnen alleen aan de buitenkant op het voedsel inwerken. Door te kauwen vindt **oppervlaktevergroting** plaats. Veel kleine stukjes samen hebben namelijk een grotere oppervlakte dan één groot stuk (zie afbeelding 28). Hierdoor kunnen enzymen beter op het voedsel inwerken.

► **Afb. 28** Oppervlaktevergroting door kauwen (schematisch).

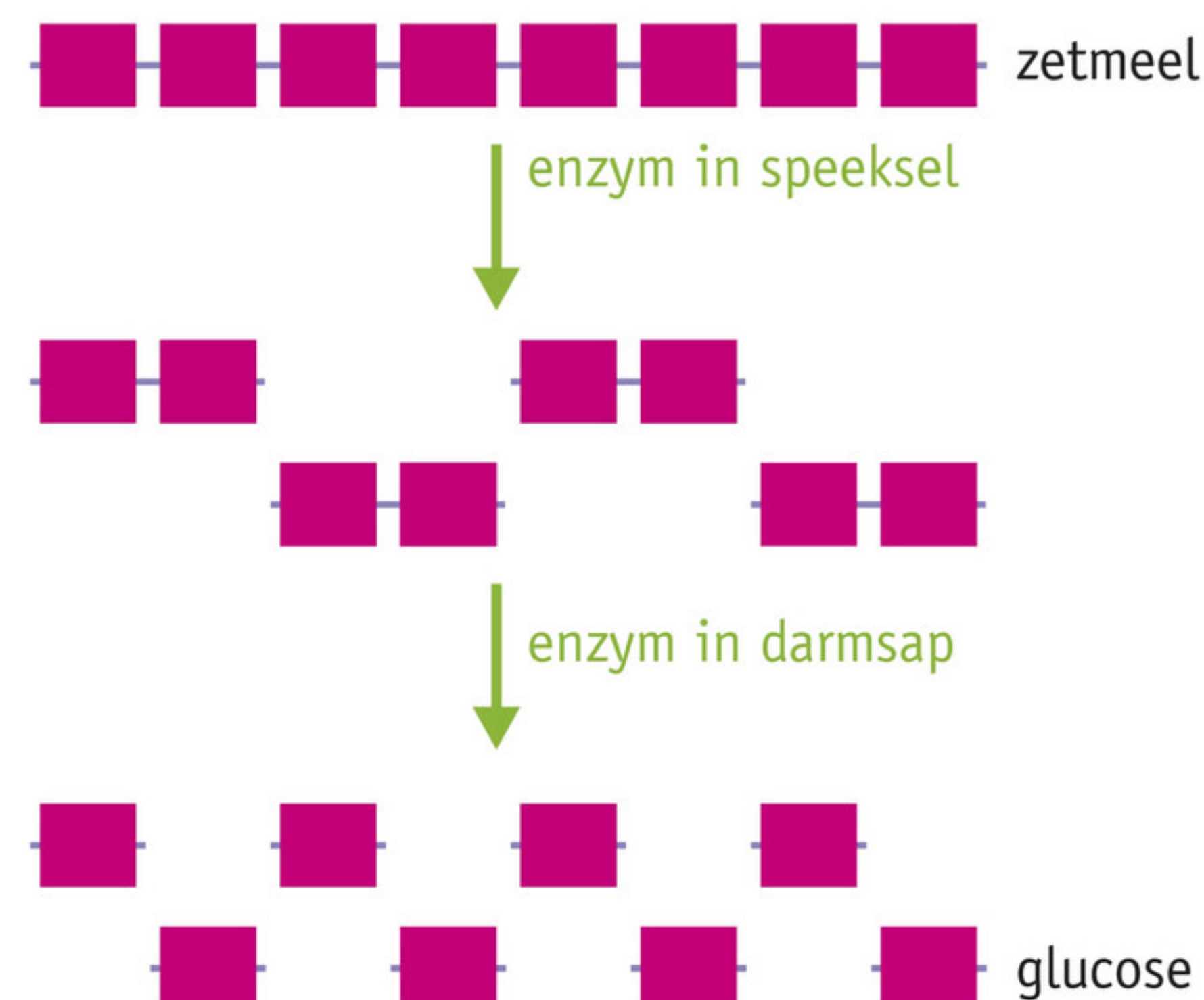


In en bij de mond liggen **speekselklieren** (zie afbeelding 29). Speekselklieren produceren **speeksel**. Speeksel is slijm dat onder andere bestaat uit water en enzym. Door het slijm kun je voedsel gemakkelijker doorslikken. Het enzym in speeksel verteert zetmeel. Hierdoor wordt een deel van het zetmeel al in je mond afgebroken (zie afbeelding 30). Speeksel bevat ook stoffen die bacteriën doden. Door te kauwen wordt het voedsel vermengd met speeksel.

▼ **Afb. 29** De ligging van de speekselklieren.



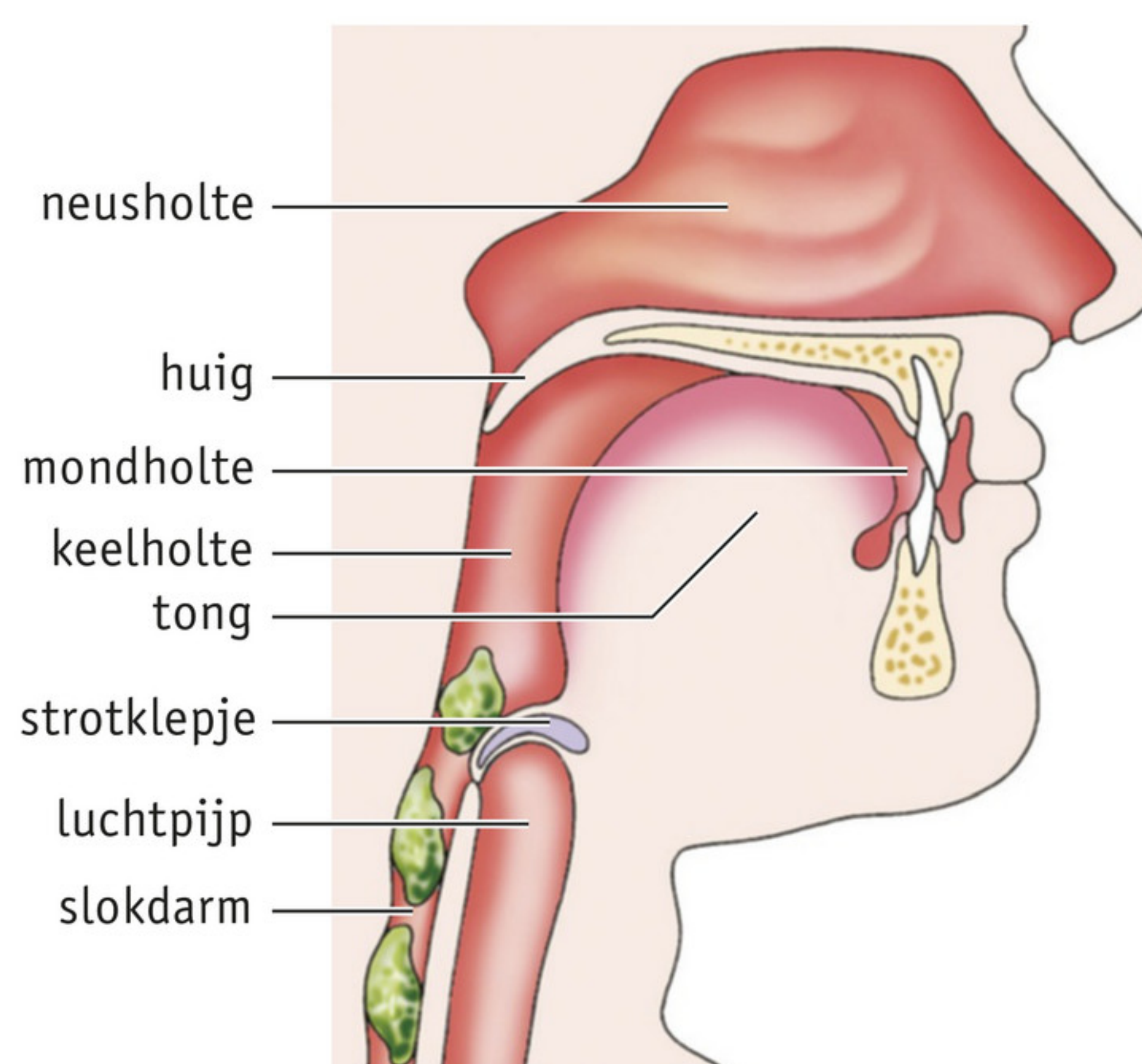
▼ **Afb. 30** De werking van verteringsenzymen.



Met je tong duw je het voedsel vanuit je mondholte naar je **keelholte**. Dan treedt de slikreflex in werking. De **huig** sluit de neusholte af en het **strotklepje** de luchtpijp (zie afbeelding 31). Het voedsel kan dan alleen de **slok darm** in.

Door de darmperistaltiek wordt het voedsel in je slokdarm voortgeduwd naar je maag. In je slokdarm komen geen verteringssappen bij het voedsel.

► **Afb. 31** Het doorslikken van voedsel (schematisch).

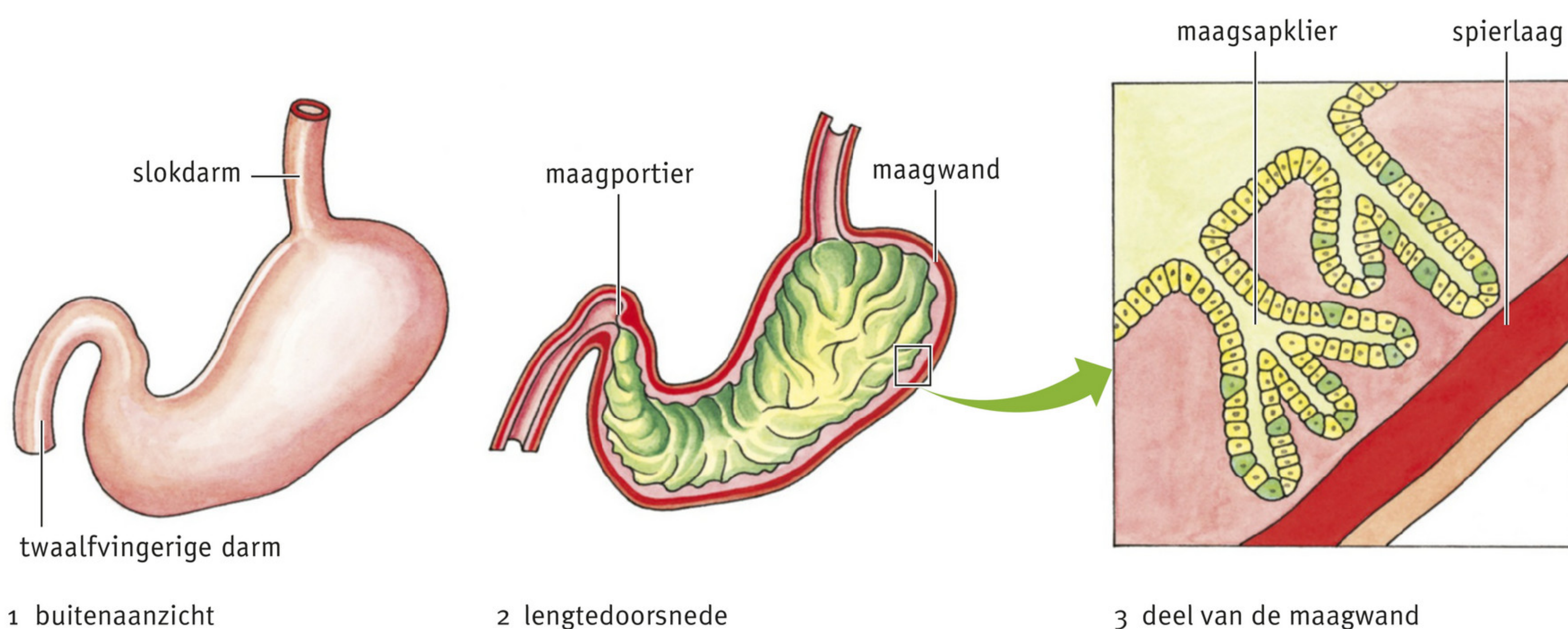


MAAG

Je **maag** is vrijwel constant in beweging. Dat komt doordat de kringspijeren en de lengtespijeren in de maagwand zich afwisselend samentrekken en ontspannen.

De maag fungeert als tijdelijke opslagplaats voor voedsel. Aan het eind van je maag zit een kringspier: de **maagportier** (zie afbeelding 32.2). Deze kringspier kan de uitgang van je maag afsluiten. De maagportier laat telkens maar kleine hoeveelheden voedsel door naar je twaalfvingerige darm.

▼ **Afb. 32** De maag (schematisch).

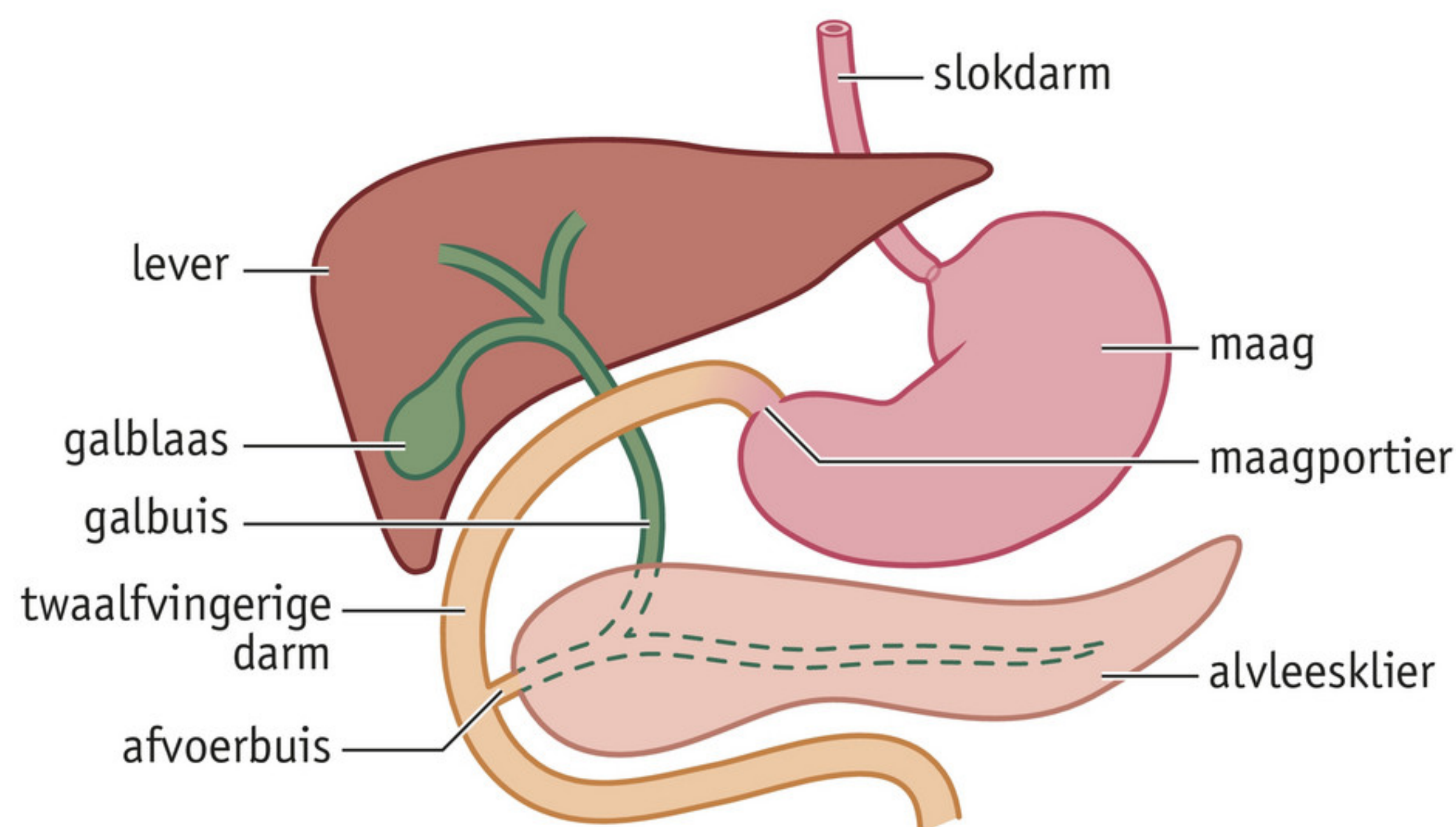


Maagsapklieren in de wand van je maag produceren **maagsap** (zie afbeelding 32.3). Door de voortdurende beweging van de maagwand wordt het voedsel in de maag gekneet en vermengd met maagsap. Maagsap bestaat onder andere uit water, maagzuur en enzym. Het **maagzuur** zorgt voor een heel lage pH in de maag. Veel van de bacteriën in het voedsel die het speeksel hebben overleefd, gaan door het maagzuur alsnog dood. Door het enzym in het maagsap worden eiwitten in je voedsel gedeeltelijk verteerd.

LEVER, GALBLAAS, ALVLEESKLIER EN TWAALFVINGERIGE DARM

In de **twaalfvingerige darm** eindigen de afvoerbuizen van de **lever** en de **alvleesklier** (zie afbeelding 33). De lever produceert **gal**. Gal wordt tijdelijk opgeslagen in de **galblaas**. Via de **galbuis** wordt gal, als dat nodig is, naar de twaalfvingerige darm gevoerd. De galblaas is dus geen klier maar een opslagplaats.

► **Afb. 33** De ligging van maag, lever, galblaas, alvleesklier en twaalfvingerige darm.



Vetten mengen niet met water, maar vormen grote druppels (zie afbeelding 34). Gal **emulgeert** vetten (zie afbeelding 35). Dat wil zeggen dat gal grote vetdruppels verdeelt in kleine vetdruppeltjes. De vetten worden door gal niet verteerd. Veel kleine vetdruppels hebben samen een veel grotere oppervlakte dan enkele grote vetdruppels. Hierdoor kunnen enzymen beter op het vet inwerken en het vet sneller verteren.

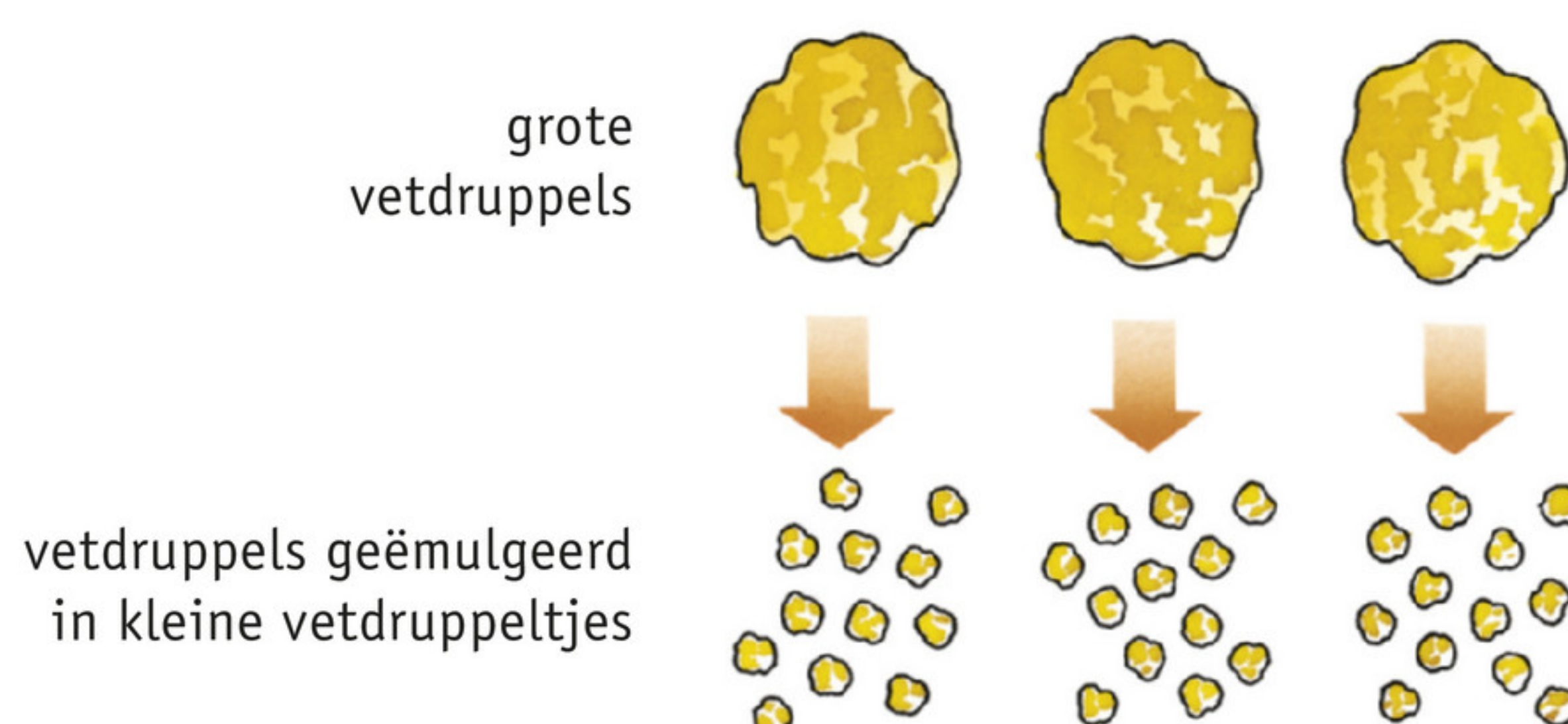
De alvleesklier produceert **alvleessap**. Dit verteringssap bevat verschillende enzymen die eiwitten, koolhydraten en vetten verteren.

In de twaalfvingerige darm worden gal en alvleessap met de voedselbrij gemengd.

▼ **Afb. 34** Water met vetdruppels.



▼ **Afb. 35** Emulgeren (schematisch).



DUNNE DARM

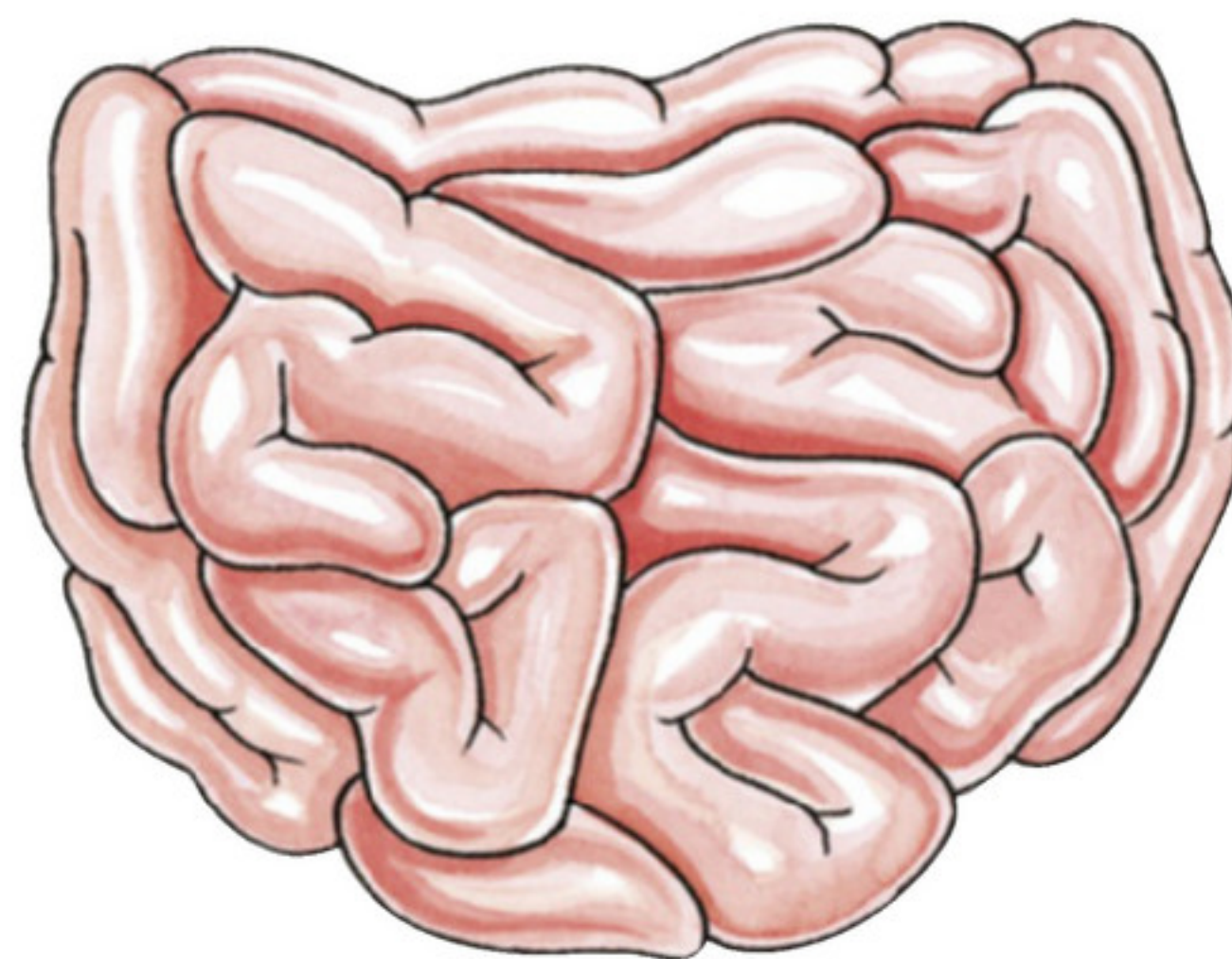
De **dunne darm** van een volwassene is zo'n zes meter lang. In de wand liggen **darmsapklieren** die **darmsap** produceren. Darmsap bevat verschillende enzymen die de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken, zodat de verteringsproducten daarna in het bloed kunnen worden opgenomen. In het verteringsstelsel komen verschillende verteringssappen bij de voedselbrij. Alle verteringssappen bevatten veel water. De voedselbrij bevat daardoor ook veel water. In dit water zijn voedingsstoffen en verteringsproducten opgelost. In de dunne darm wordt het grootste deel van het water met de voedingsstoffen en verteringsproducten in het bloed opgenomen.

De wand van de dunne darm is sterk geplooid (zie afbeelding 36). De **darmpllooien** hebben weer uitstulpingen: de **darmvlokken**. Door de lengte, de darmpllooien en de darmvlokken is de oppervlakte van de dunne darm erg groot.

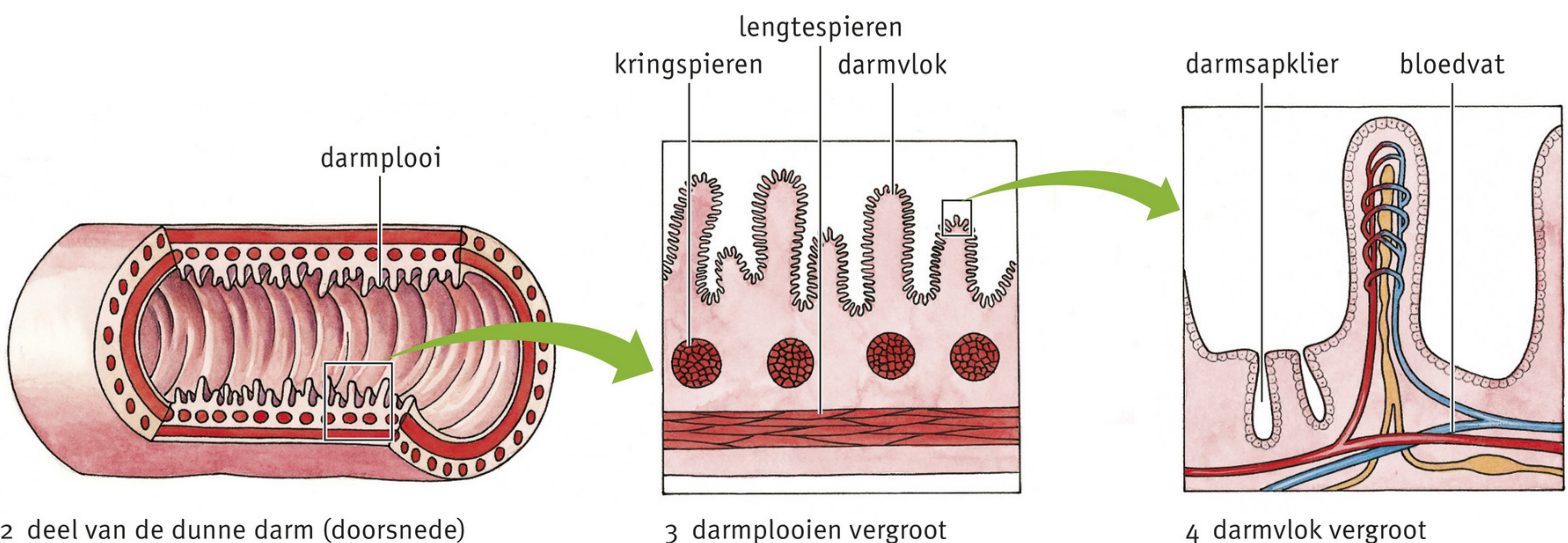
Ook is de wand van de darmvlokken erg dun. Door de grote oppervlakte en de dunne wand kunnen de voedingsstoffen en verteringsproducten snel in het bloed worden opgenomen.

In de darmvlokken bevinden zich bloedvaten. Het bloed stroomt door de darmvlokken via de **poortader** naar de lever en vervolgens door het hele lichaam. In thema 6 Transport en thema 7 Opslag, uitscheiding en bescherming leer je wat er verder met de opgenomen stoffen gebeurt.

▼ **Afb. 36** De bouw van de dunne darm (schematisch).



1 dunne darm (buitenaanzicht)



2 deel van de dunne darm (doorsnede)

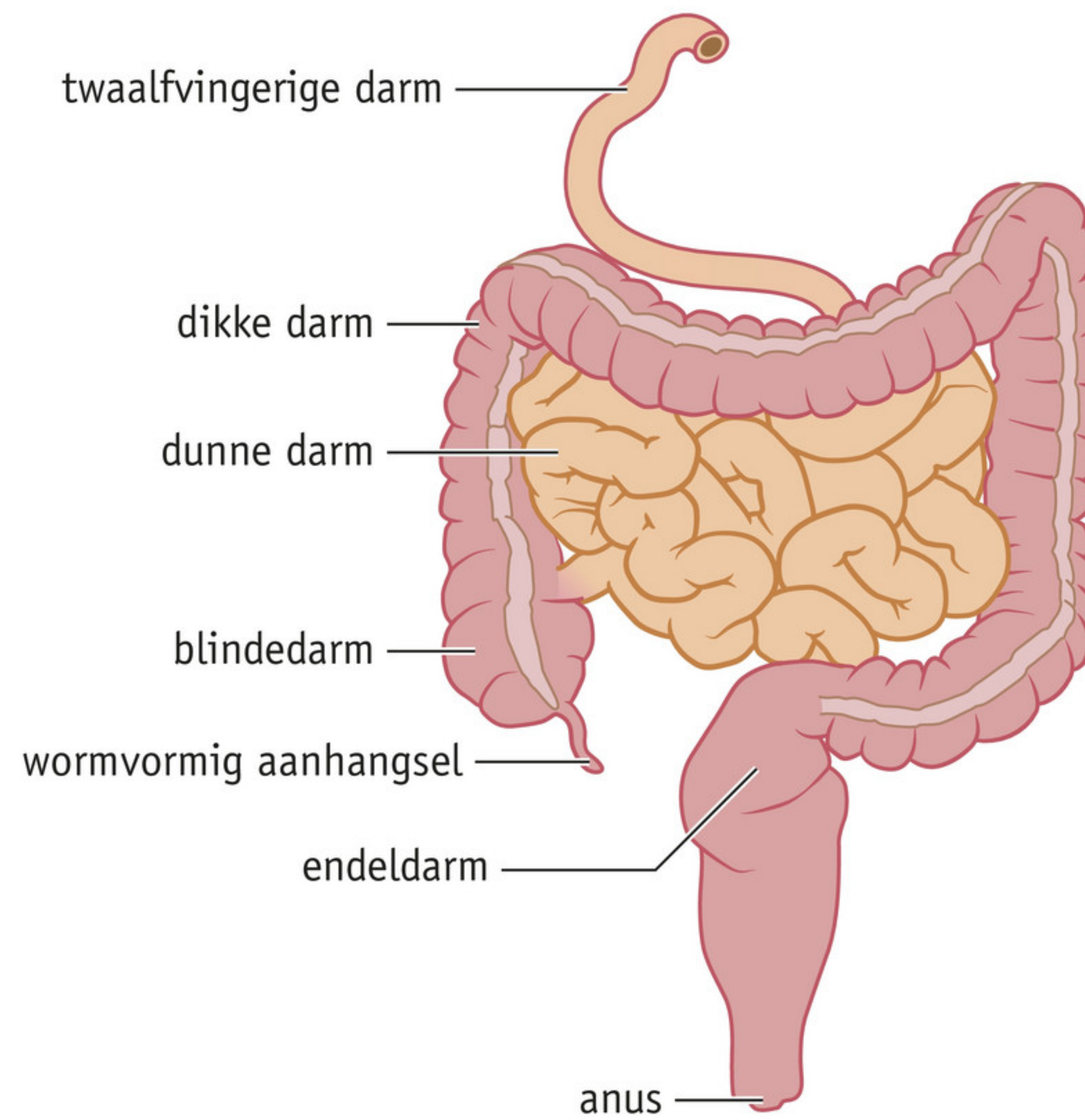
3 darmpllooien vergroot

4 darmvlok vergroot

BLINDEDARM, DIKKE DARM EN ENDELDARM

Vlak onder de plaats waar de dunne darm overgaat in de dikke darm, ligt de **blindedarm** (zie afbeelding 37). Aan de onderkant van de blindedarm zit een uitstulping: het **wormvormig aanhangsel**. Bij een 'blindedarmontsteking' is het wormvormig aanhangsel ontstoken. Het aanhangsel moet dan operatief worden verwijderd. De blindedarm zelf blijft zitten.

► **Afb. 37** De ligging van dunne darm, blindedarm met wormvormig aanhangsel, dikke darm en endeldarm met anus (schematisch).



De **dikke darm** is ongeveer anderhalve meter lang. Vanuit de dunne darm komt een waterige brij van onverteerde voedselresten in de dikke darm. De dikke darm haalt een groot deel van het overgebleven water uit de brij. De brij van onverteerde voedselresten wordt daardoor ingedikt. Als dat niet zou gebeuren, zou je te veel vocht verliezen en uitdrogen. Als je **diarree** hebt, wordt er in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water opgenomen in het bloed. De voedselbrij blijft dan waterig.

Plantencellen bevatten een celwand die uit cellulose bestaat. Je lichaam maakt geen enzym aan dat cellulose kan verteren. In de dikke darm leven veel (soorten) bacteriën. Sommige soorten bacteriën produceren een enzym dat wel cellulose kan verteren tot suikers. Deze bacteriën leven van een deel van deze suikers. De overige suikers worden opgenomen in het bloed. Bacteriën in de dikke darm produceren ook andere nuttige stoffen, bijvoorbeeld vitamine K. Via de darmwand komen deze stoffen in het bloed.

Uiteindelijk komen de ingedikte, onverteerde voedselresten in de **endeldarm**. De ingedikte voedselbrij in de endeldarm noemen we ontlasting. De uitgang van de endeldarm wordt afgesloten door de **anus**. De anus is een kringspier. Als de endeldarm gevuld is met ontlasting, krijg je aandrang om te poepen. Op het toilet ontspan je de kringspier en pers je de endeldarm leeg.

6 Planteneters, vleeseters en alleseters

Mensen zijn alleseters. Niet omdat we alles lusten, maar omdat we zowel dierlijk als plantaardig voedsel eten.

Zoogdieren verdelen we in planteneters, vleeseters en alleseters. Het lichaam van deze dieren is op verschillende manieren aan hun voedsel aangepast. Er zijn verschillen in het darmkanaal en het gebit.

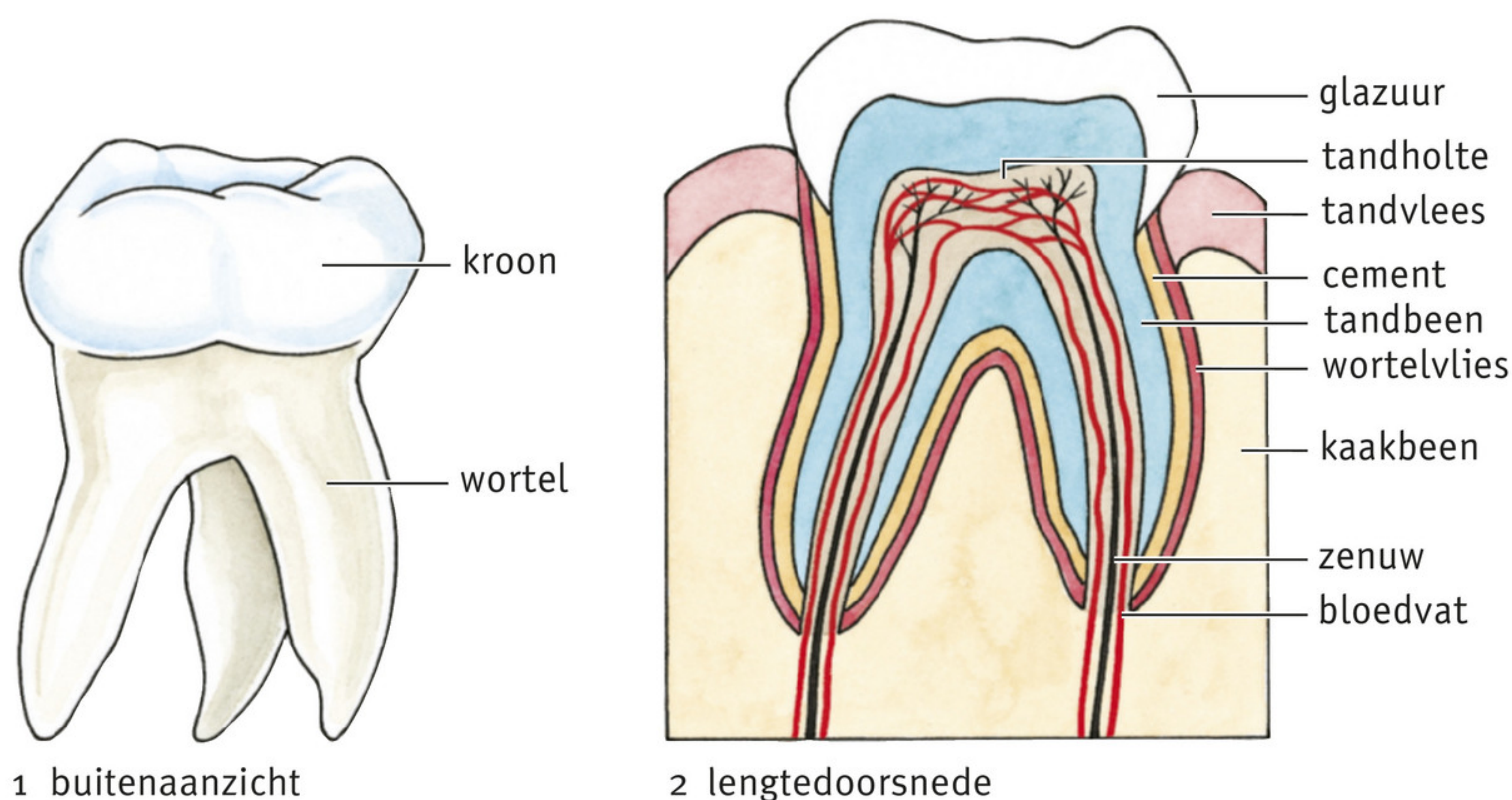
BOUW VAN HET GEBIT

Het gebit bestaat uit tanden en kiezen. Tand en kies noem je gebitselementen. Tand en kies zitten met een of meer **wortels** in de onder- of bovenkaak bevestigd (zie afbeelding 38). Het deel van een tand of kies dat buiten de kaak uitsteekt, heet de **kroon**.

Een tand of kies bestaat voor het grootste deel uit **tandbeen**. Het tandbeen van de kroon is bedekt met **glazuur**. Glazuur is zeer hard en beschermt het tandbeen. Het tandbeen van de wortel(s) is bedekt met een dun laagje **cement**. In het tandbeen bevindt zich een holte. In deze **tandholte** liggen bloedvaten en zenuwen.

Om de wortel(s) zit een vlies (wortelvlies). Dit vlies zorgt voor de bevestiging van de tand of kies in de kaak. De kaak is bedekt met **tandvlees**.

► **Afb. 38** Een kies (schematisch).

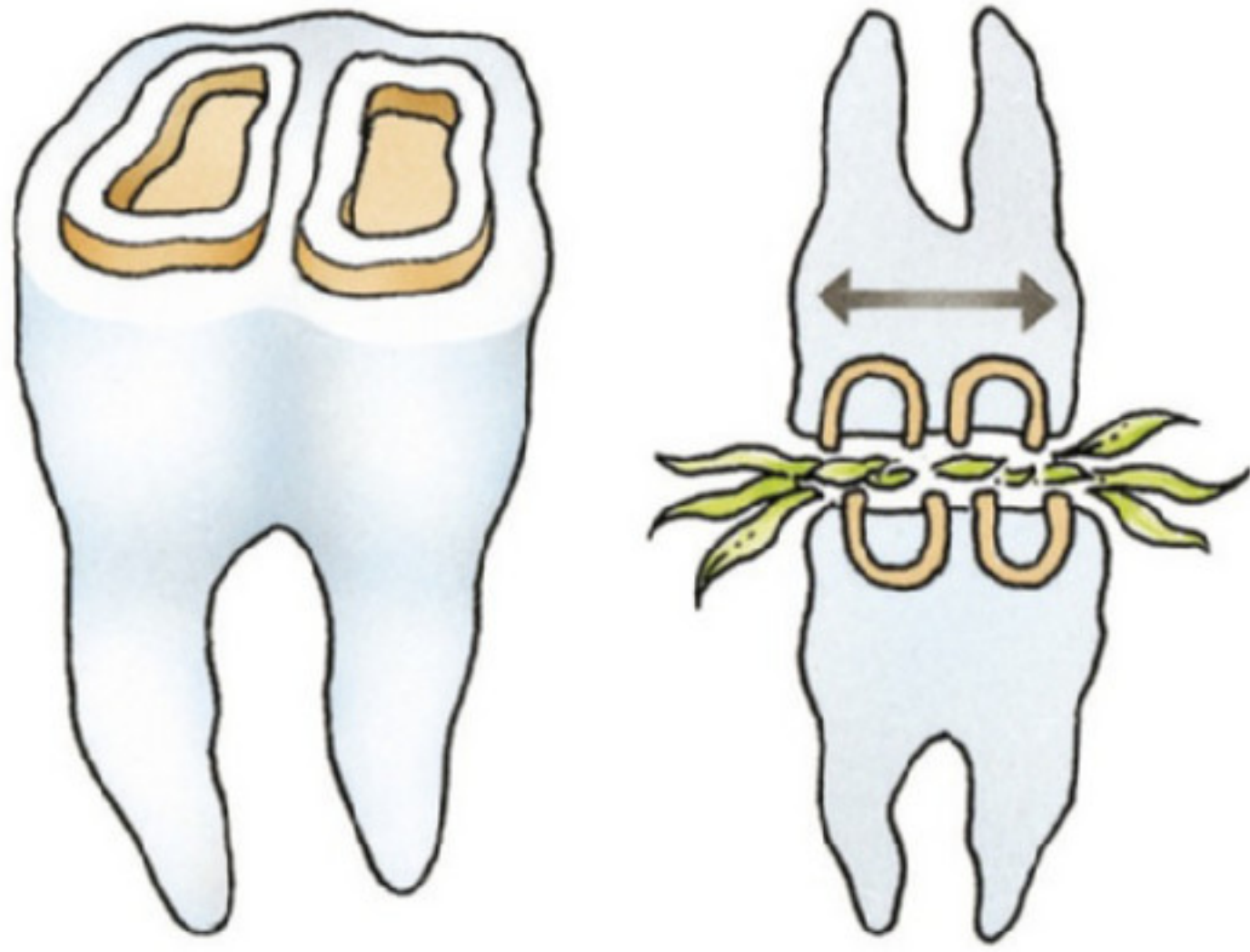


PLANTENETERS

Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel. Het verteringsstelsel van planteneters, vleeseters en alleseters is dan ook verschillend.

Planteneters noemen we ook wel herbivoren. Ze hebben in verhouding tot hun lichaamslengte een lang darmkanaal. Het darmkanaal van bijvoorbeeld een paard kan wel veertig meter lang zijn. Dat is ongeveer twintig keer zo lang als het lichaam. De buik is daardoor dik in verhouding tot de lengte van het dier. Andere planteneters kauwen hun voedsel twee keer. Voedsel dat is doorgeslikt, wordt na een tijdje weer naar boven geboerd, nogmaals gekauwd en weer ingeslikt. Deze planteneters noemen we herkauwers.

▼ **Afb. 39** Tussen de harde richels van plooikiezen wordt het voedsel fijngemalen.



Planteneters hebben **plooikiezen**. Dat zijn kiezen met harde richels van glazuur. Tijdens het kauwen wordt het voedsel tussen de harde richels fijngemalen (zie afbeelding 39). De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting. Bij planteneters ontbreken de hoektanden vaak.

VLEESETERS

Vleeseters worden ook wel carnivoren genoemd. Ze hebben in verhouding tot hun lichaamslengte een kort darmkanaal. Bij een hond bijvoorbeeld is het darmkanaal ongeveer vijfenhalf keer zo lang als het lichaam. Het lichaam is daardoor slank.

Vleeseters hebben **knipkiezen**. Dat zijn scherpe kiezen waarmee ze het voedsel in stukken knippen, zodat het snel kan worden doorgeslikt. De bovenkaak is breder dan de onderkaak, zodat de kiezen langs elkaar glijden zoals bij een schaar (zie afbeelding 40).

De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp (zie afbeelding 41). Ze worden gebruikt om de prooi te doden en stukken vlees los te scheuren. Ze kunnen ook worden gebruikt voor verdediging.

▼ **Afb. 40** Bij vleeseters is de bovenkaak breder dan de onderkaak.



1 vooraanzicht



2 zijaanzicht

▼ **Afb. 41** Bij vleeseters zijn de hoektanden meestal groot, spits en scherp.



▼ **Afb. 42** Alleseter (knobbelzwijn).



ALLESETERS

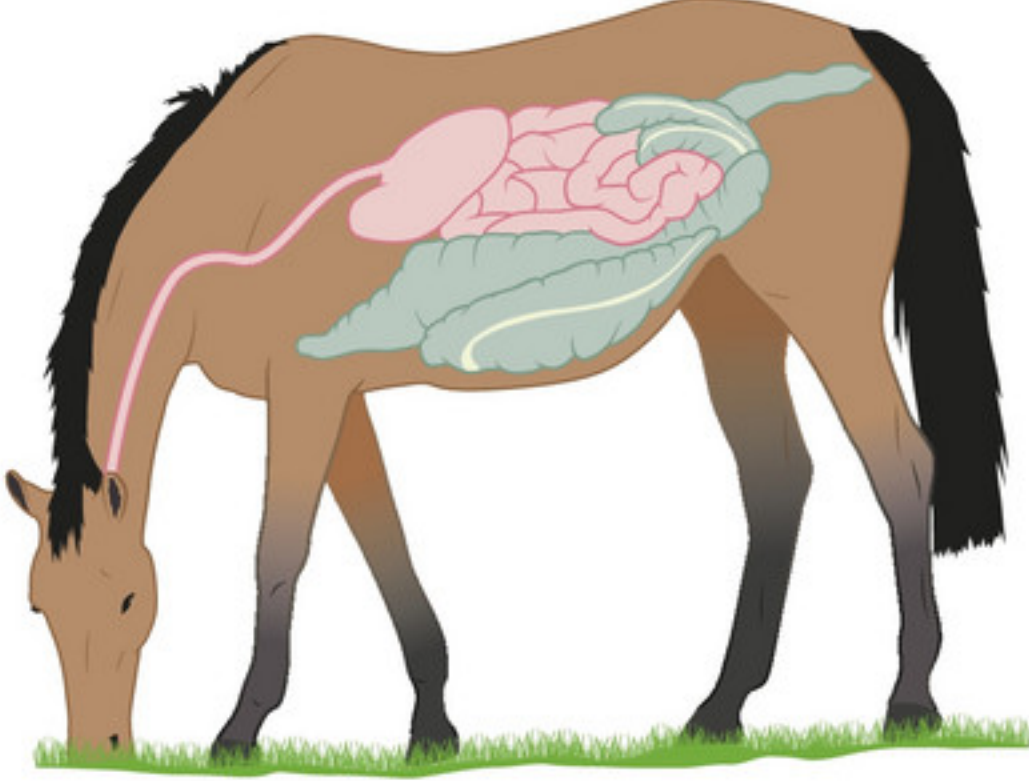
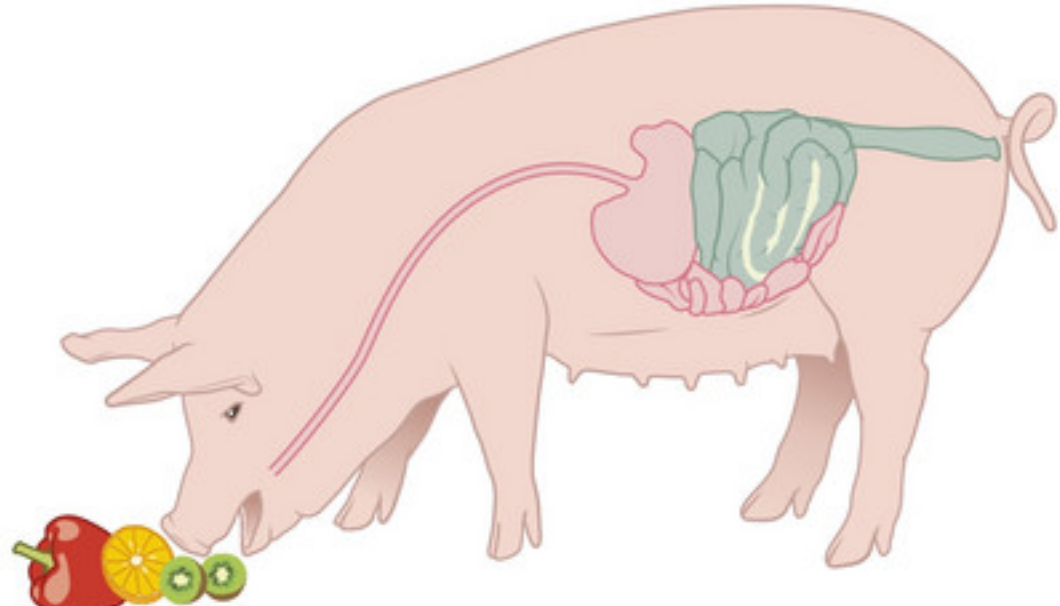
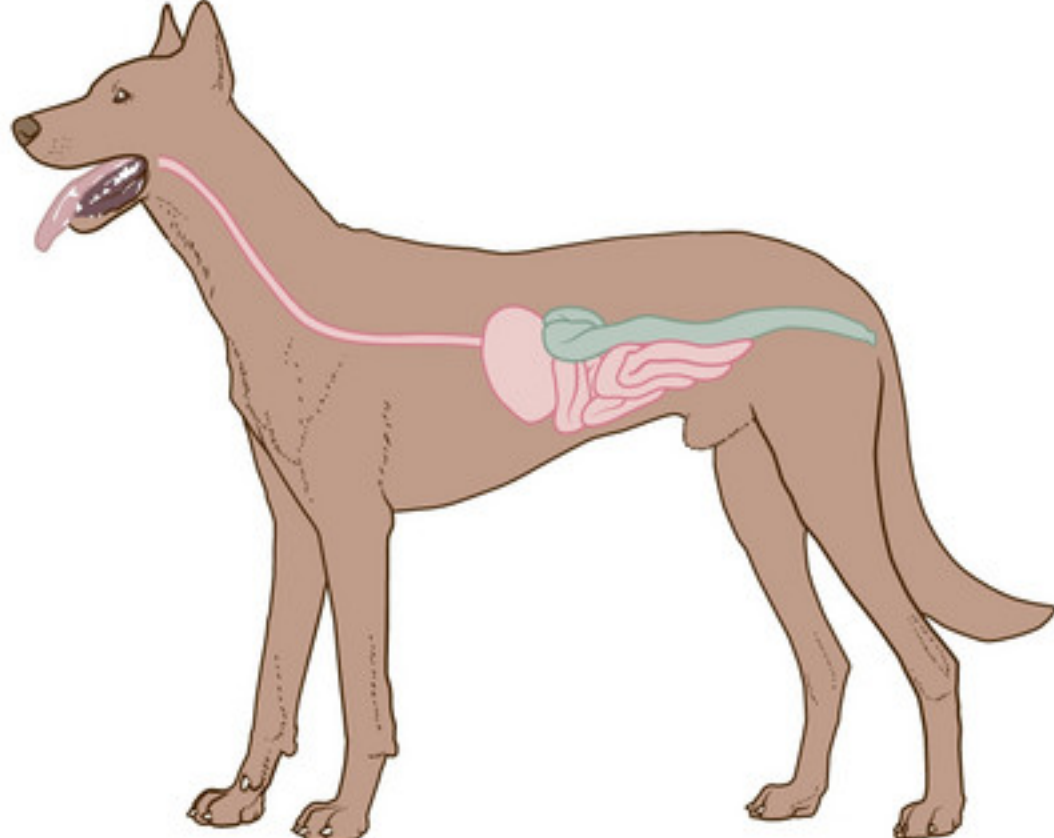
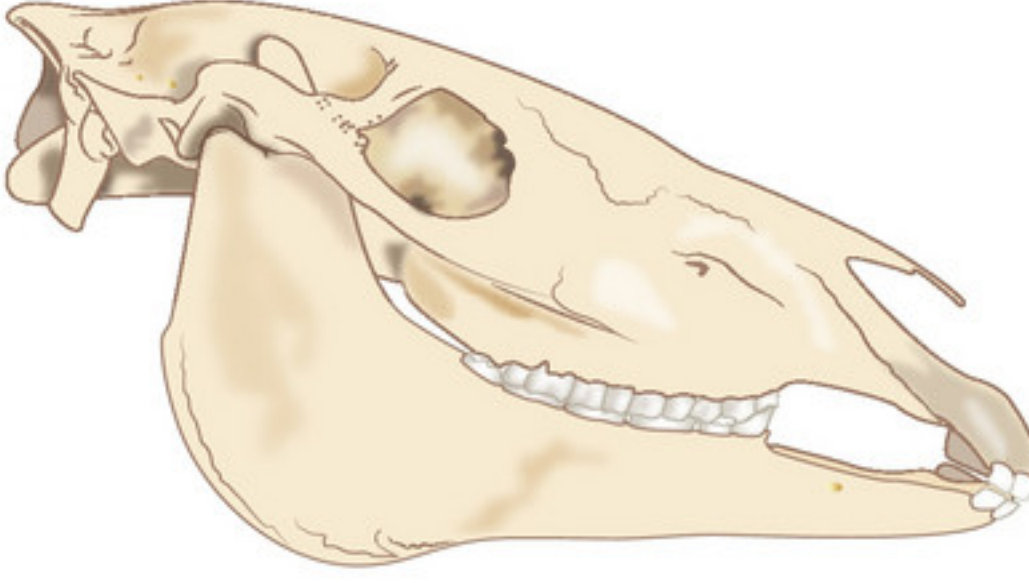
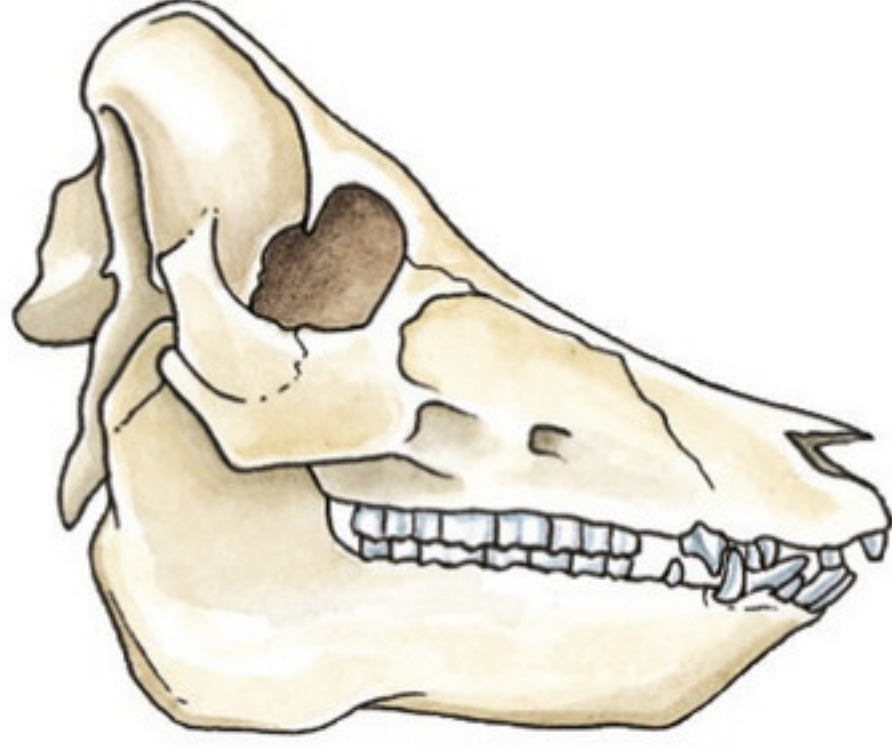
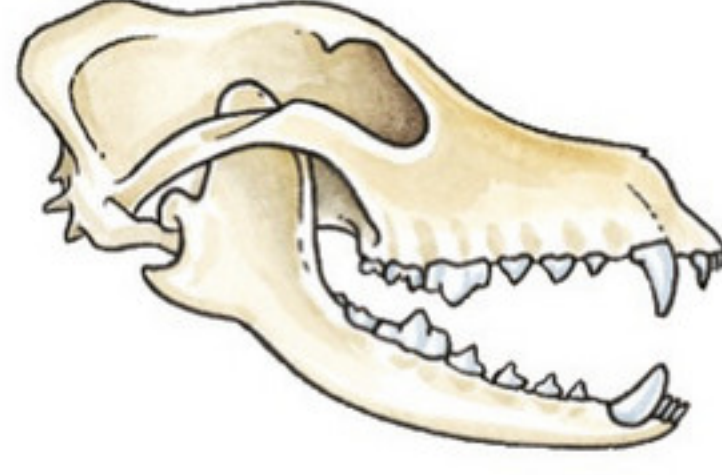
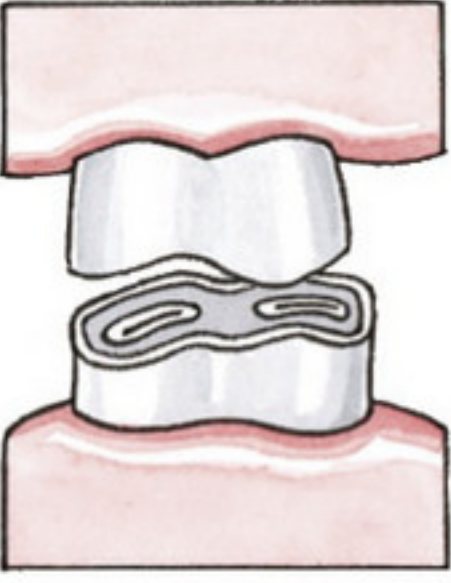
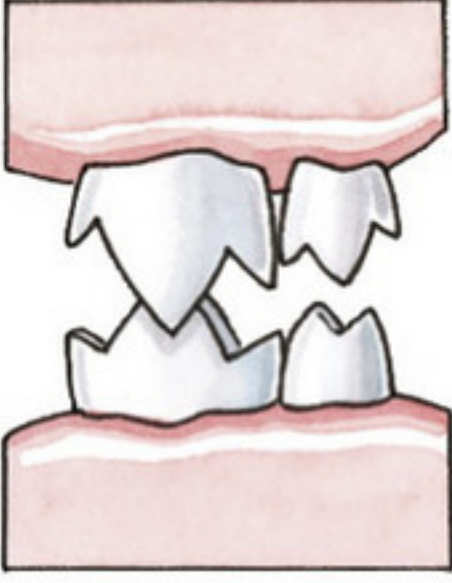
Alleseters worden ook wel omnivoren genoemd. Ze hebben in verhouding tot hun lichaamslengte een middellang darmkanaal. Bij een varken bijvoorbeeld is het darmkanaal ongeveer veertien keer zo lang als het lichaam.

Alleseters hebben **knobbeltkiezen**. Dat zijn kiezen met een knobbelig oppervlak, zodat het voedsel kan worden fijngemalen. Ook de mens is een alleseter en heeft knobbeltkiezen. Wij snijden ons voedsel klein met een mes en ook bewerken we ons voedsel (bijvoorbeeld door het te koken). Daardoor kunnen we een groter deel van ons plantaardig voedsel verteren.

Alleseters hebben meestal hoektanden. Bij sommige alleseters zijn de hoektanden groot, spits en scherp (zie afbeelding 42). Ze worden gebruikt om een prooi te doden. Bij andere alleseters zijn de hoektanden vrijwel even groot als de snijtanden.

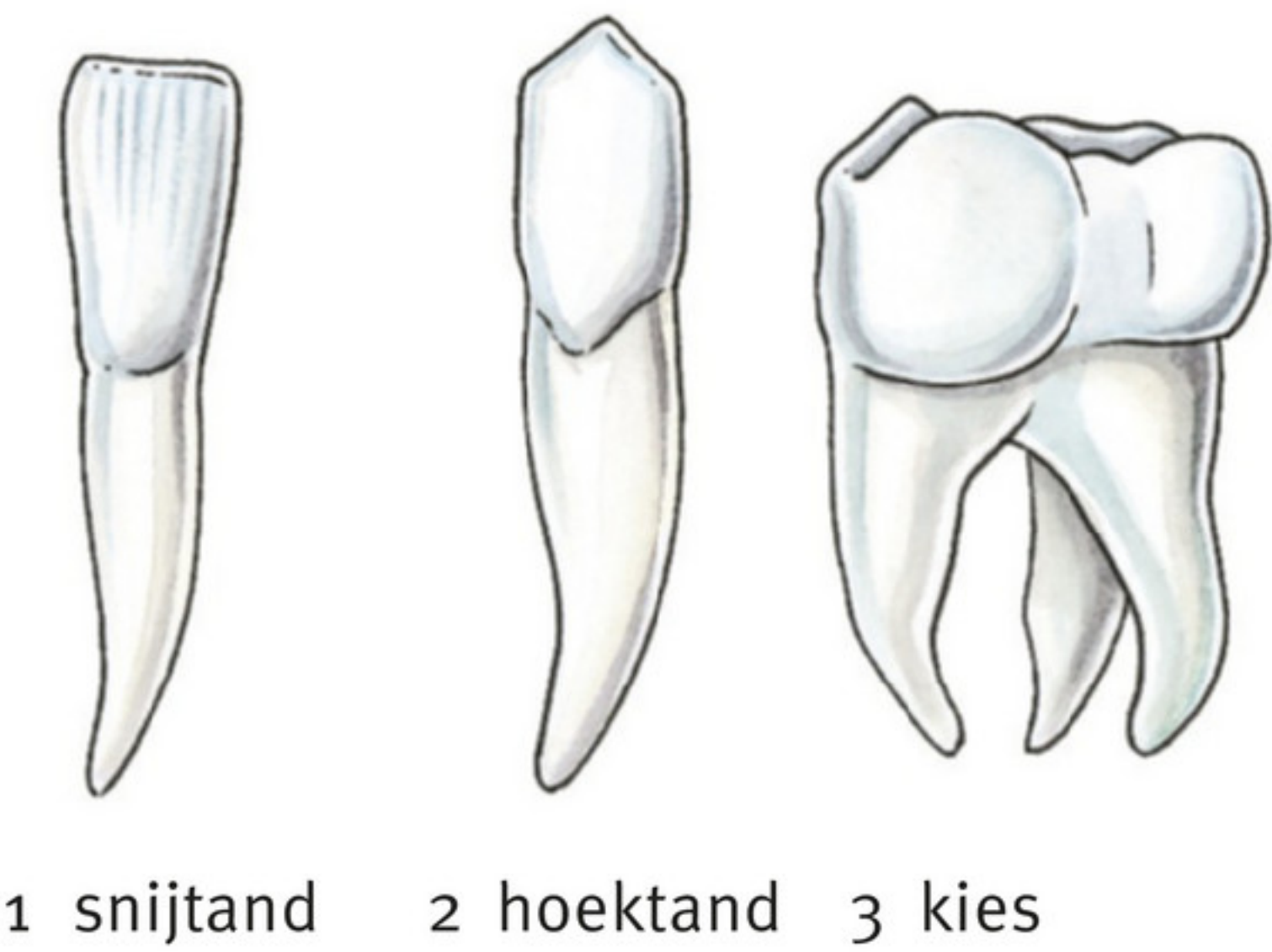
▼ **Afb. 43** Kenmerken van de lichaamsbouw van planteneters, alleseters en vleeseters.

In afbeelding 43 zijn de kenmerken van de lichaamsbouw van planteneters, alleseters en vleeseters weergegeven.

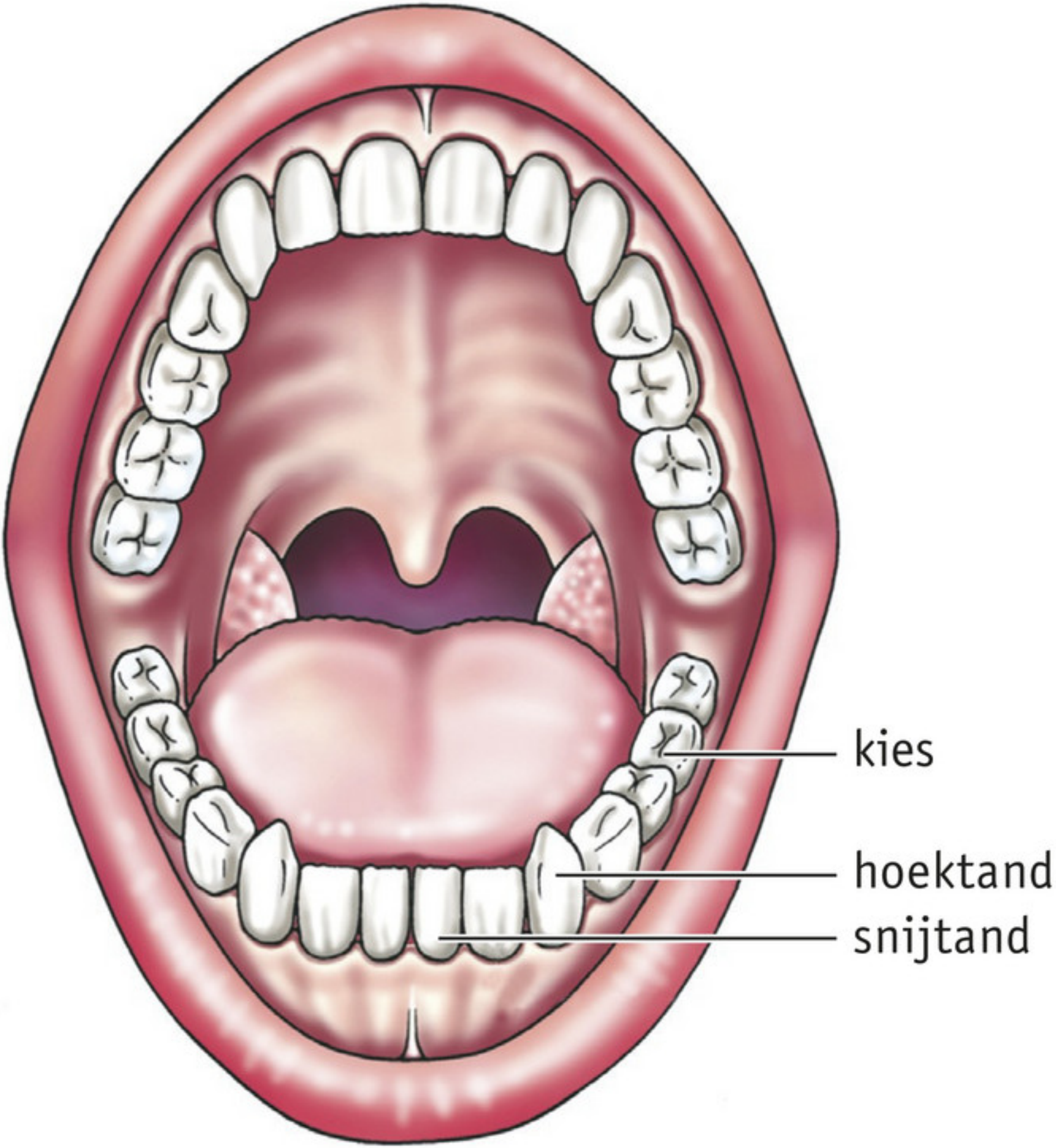
	PLANTENETER	ALLESETER	VLEESETER
1 Lengte darmkanaal in verhouding tot lichaamslengte	20× lichaamslengte 	14× lichaamslengte 	5,5× lichaamslengte 
2 Schedel			
3 Kiezen	plooi kiezen 	knobbel kiezen 	knip kiezen 

Bij de mens zijn de hoektanden iets puntiger dan de snijtanden (zie afbeelding 44). Met je tanden bijt je stukken van je voedsel af. Op jouw leeftijd heb je in elke kaakhelft waarschijnlijk vier kiezen (zie afbeelding 45). Je kunt in elke kaakhelft een kies erbij krijgen. Deze verstandskiezen zitten achter in je kaak.

▼ **Afb. 44** Gebitselementen van de mens.



▼ **Afb. 45** Gebit van de mens (zonder verstandskiezen).



VERZORGING VAN HET GEBIT

Voor een gezond gebit is het nodig dat je elke dag je tanden en kiezen minstens één keer goed poetst. Het fluoride in tandpasta gaat tandbederf tegen. **Tandbederf** is de aantasting van het gebit door tandplak.

Tandplak is een dun laagje aanslag dat zich elke dag op je tanden en kiezen afzet. Tandplak bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel. Door te poetsen verwijder je de tandplak van je tanden en kiezen. Tandplak kan verkalken tot tandsteen. Je kunt dit zelf niet verwijderen. Een tandarts of mondhygiënist kan dat wel.

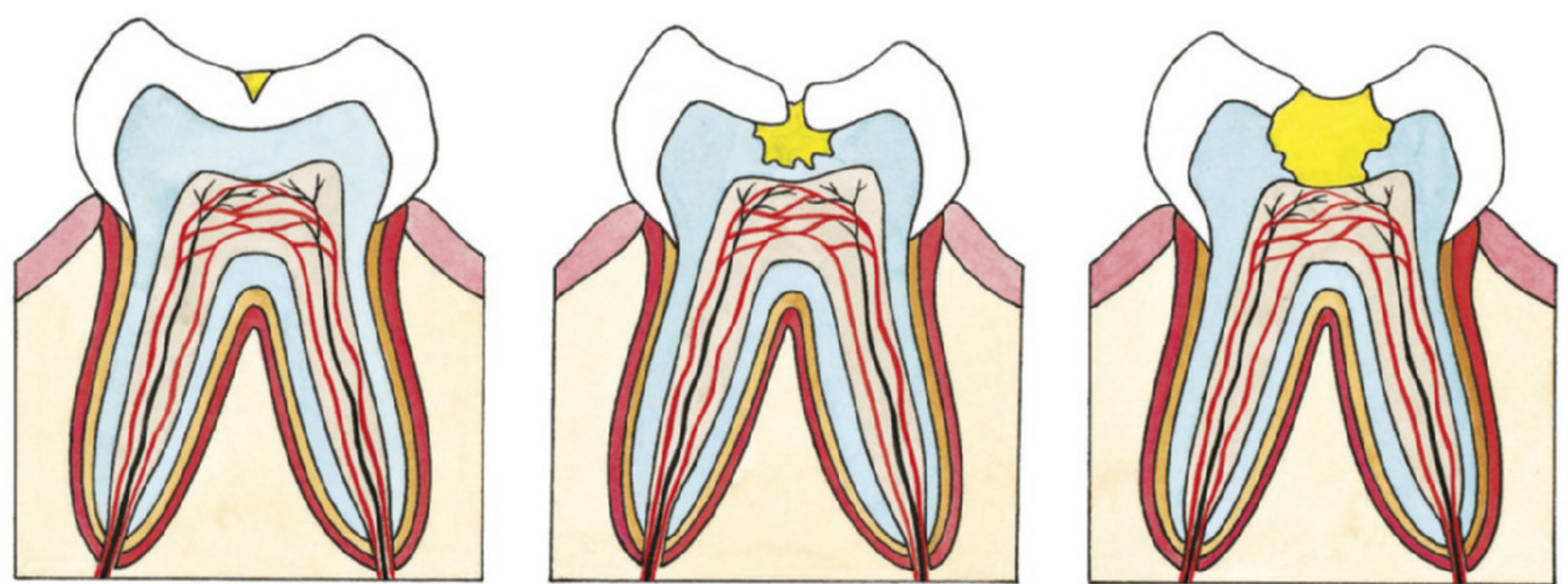
Bacteriën uit tandplak tasten het glazuur van je tanden en kiezen aan. In je voedsel zitten altijd wel suikers. Bacteriën breken deze suikers af waarbij zuur ontstaat. In dat zuur lost telkens een klein beetje glazuur op. De bacteriën vormen dit zuur vooral op de momenten dat je eet of vlak erna.

Als je een gezond gebit hebt, kan het geen kwaad dagelijks zo'n zes tot zeven keer (iets) te eten. Tussendoor krijgt het tandglazuur dan de tijd om zich te herstellen. Maar als je vaker iets eet, wordt de kans op tandbederf groter. Zeker als de tussendoortjes veel suiker bevatten, zoals snoep. Het glazuur kan zich dan niet op tijd herstellen. Hierdoor kunnen gaatjes ontstaan. Daarna kan het tandbeen worden aangetast en ten slotte de hele tand of kies (zie afbeelding 46).

Ook voedingsmiddelen kunnen zure stoffen bevatten die het glazuur van tanden aantasten. Aantasting van het gebit door zure voedingsstoffen wordt **tanderosie** genoemd. Je kunt dit voorkomen door minder vaak zuurhoudende dranken (bijvoorbeeld fruitsap en frisdrank) en vaker water en thee te drinken. Poets daarnaast niet meteen na het eten je tanden, want anders krijgt het glazuur geen kans om zich te herstellen.

WB OPDRACHT 44 T/M 51 BLZ. 45

► **Afb. 46** Drie fasen van tandbederf (schematisch).



1 het glazuur is aangetast

2 ook het tandbeen is aangetast

3 de hele kies is aangetast

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt beschrijven welke rol bacteriën en schimmels spelen bij de voedselproductie en bij voedselbederf.

- Bacteriën en schimmels kunnen koolhydraten omzetten in stoffen die nuttig zijn bij de productie van voedingsmiddelen.
 - Melkzuurbacteriën produceren melkzuur en worden gebruikt bij de productie van o.a. kaas, yoghurt en zuurkool.
 - Gisten produceren koolstofdioxide en alcohol en worden gebruikt bij de productie van o.a. brood, bier en wijn.
- Bacteriën en schimmels kunnen voedselbederf veroorzaken.
 - Voedselvergiftiging: ontstaat vaak door het eten van voedsel dat met bacteriën is besmet.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de werking van enzymen beschrijven.

- In alle organismen vinden stofwisselingsprocessen plaats.
 - Voorbeelden van processen zijn assimilatie, fotosynthese, verbranding en gisting.
- Enzymen versnellen de reacties van stofwisselingsprocessen zonder daarbij zelf te worden verbruikt.
 - Enzymen zijn eiwitten.
 - Enzymen werken specifiek: één enzym kan slechts één soort reactie versnellen.
- Enzymactiviteit: de snelheid waarmee een enzym een reactie versnelt.
- De temperatuur en zuurgraad beïnvloeden de enzymactiviteit volgens een optimumkromme.
 - Minimumtemperatuur (–pH): de laagste temperatuur (pH) waarbij een enzym actief is.
 - Optimumtemperatuur (–pH): de temperatuur (pH) waarbij de enzymactiviteit het grootst is.
 - Maximumtemperatuur (–pH): de hoogste temperatuur (pH) waarbij een enzym actief is.
- De zuurgraad (pH) geeft aan of een oplossing zuur, neutraal of basisch is.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

Je kunt manieren noemen waarop voedsel kan worden geconserveerd.

- Conserveren: voedsel behandelen zodat het niet of minder snel bederft.
 - De omstandigheden voor bacteriën en schimmels worden ongunstig gemaakt.
 - Invriezen (bijv. vlees): de temperatuur verlagen tot -18°C .

- Koelen (bijv. groente): de temperatuur verlagen tot 4°C .
- Pasteuriseren (bijv. melk): verhitten tot 72°C .
- Steriliseren (bijv. lang houdbare melk): verhitten tussen 130 en 140°C .
- Luchtdicht verpakken: inblikken (bijv. groenten) of vacuüm verpakken (bijv. koffie).
- Drogen (bijv. soep): onttrekken van water aan het voedsel.
- Conserveermiddelen.
 - Natuurlijke conserveermiddelen toevoegen: zuur (bijv. augurken), suiker (bijv. jam) of zout (bijv. olijven).
 - Kunstmatige conserveermiddelen toevoegen: bijv. sulfiet in dranken.
- Additieven: stoffen die aan producten worden toegevoegd om ze langer houdbaar of aantrekkelijker te maken (bijv. conserveermiddelen, geur-, kleur- en smaakstoffen).

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt de functies van voedingsstoffen en voedingsvezels in voedingsmiddelen noemen.

- Voedingsmiddelen: alle producten die je eet en drinkt.
- Voedingsstoffen: bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen.
- Voedingsvezels: onverteerbare stoffen in plantaardig voedsel.
 - Bevorderen de darmbewegingen en de stoelgang.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 2

Je kunt zes groepen voedingsstoffen met hun functies en kenmerken noemen (zie tabel 1). Je kunt aangeven hoe glucose en zetmeel kunnen worden aangetoond met een indicator.

- Een deel van de opgenomen koolhydraten wordt omgezet in glycogeen. Glycogeen is een reservestof.
- Een teveel aan opgenomen koolhydraten wordt omgezet in vet en opgeslagen.
- Een teveel aan vet wordt opgeslagen, vooral onder de huid. Hierdoor word je dikker.
 - Verzadigde vetten dienen vooral als brandstof. Door het eten van veel verzadigde vetten neemt de kans op hart- en vaatziekten toe.
 - Onverzadigde vetten dienen vooral als bouwstof. Deze vetten heeft je lichaam nodig.
- Voedingsstoffen kun je aantonen met behulp van indicatoren.
 - Met joodoplossing kun je zetmeel aantonen.
 - Met teststrookjes kun je glucose aantonen.

▼ Tabel 1 Groepen voedingsstoffen en hun functie.

Groep voedingsstoffen	Bouwstoffen	Brandstoffen	Reservestoffen	Beschermende stoffen	Voorbeeld
Eiwitten	X	X			
Koolhydraten	X	X	X		glucose, suikers, zetmeel
Vetten	X	X	X		
Water	X				
Mineralen (zouten)	X			X	calcium (kalkzouten in beenderen), ijzer (in hemoglobine)
Vitaminen	X			X	vitamine A, B, C, D, E en K

▼ Afb. 47 De vakken van de schijf van vijf.

	Voedingsmiddelen	Nodig voor
	Groente en fruit	vitaminen (o.a. vitamine C), mineralen en voedingsvezels
	Zachte of vloeibare smeer- en bereidingsvetten	
	Vis, peulvruchten, vlees, eieren, noten en vegetarische producten	
	Zuivel, zoals melk, yoghurt en kaas	
	Ongezouten noten	
	(Volkoren)brood, (volkoren)pasta, couscous en (zilervlies)rijst	koolhydraten (zetmeel), eiwitten, mineralen, vitaminen en voedingsvezels
	Vocht, zoals kraanwater, thee en koffie	water

DOELSTELLING 6BASISSTOF 3

Je kunt met behulp van de schijf van vijf adviezen voor een gezonde voeding en leefstijl geven (zie afbeelding 47).

- Adviezen voor een gezonde voeding en leefstijl:
 - Eet gevarieerd.
 - Eet niet te veel en beweeg voldoende.
 - Eet weinig verzadigd vet.
 - Eet veel groente, fruit en volkorenbrood.
 - Ga veilig met je voedsel om.

DOELSTELLING 7BASISSTOF 3

Je kunt factoren noemen die van invloed zijn op de grondstofwisseling en op de verbranding in organismen.

- Grondstofwisseling: de stofwisseling van het lichaam in rust.
 - De grondstofwisseling is o.a. afhankelijk van het geslacht, de leeftijd, de lengte, het lichaamsgewicht en de milieutemperatuur.

- In een organisme vindt meer verbranding plaats naarmate het organisme meer beweegt.
- De hoeveelheid energie die je nodig hebt, is afhankelijk van de mate van lichamelijke inspanning en de grondstofwisseling.
- Hoeveelheden energie kunnen worden weergegeven in kilocalorieën (kcal).

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 4

Je kunt omschrijven wat vertering is en de functie van verteringssappen en enzymen hierbij aangeven. Je kunt beschrijven hoe de darmperistaltiek tot stand komt en de functies ervan noemen.

- De volgorde waarin voedsel het verteringsstelsel passeert: mond, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, dunne darm, dikke darm, endeldarm en anus.
- Vertering: het afbreken van voedingsstoffen die niet door de darmwand heen kunnen, in verteringsproducten die wel door de darmwand heen kunnen en in het bloed kunnen worden opgenomen.
 - Eiwitten, de meeste koolhydraten (bijv. suikers en zetmeel) en vetten worden verteerd.
 - Glucose, mineralen, vitaminen en water hoeven niet te worden verteerd.
- Vertering gebeurt met behulp van verteringssappen.
 - Verteringssappen worden gemaakt door verteringsklieren.
 - Veel verteringssappen bevatten enzymen.
- Darmperistaltiek (peristaltische bewegingen): het afwisselend samentrekken en ontspannen van de kringspieren en de lengtespieren in de wand van de maag en de darmen.
 - Functie: de voedselbrij voortduwen, kneden en mengen met verteringssappen.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Je kunt de delen van het verteringsstelsel noemen met hun functies en kenmerken.

- Mondholte met gebit en speekselklieren.
 - Gebit: verdeelt het voedsel in kleine stukjes en mengt het voedsel met speeksel (kauwen). Hierdoor kun je het beter doorslikken en kunnen enzymen beter op het voedsel inwerken.
 - Speekselklieren: produceren speeksel.
 - Tong: duwt voedsel van de mondholte naar de keelholte. Hierop volgt de slikreflex.
 - Huig: sluit de neusholte af als je slikt.
 - Strotklepje: sluit de luchtpijp af als je slikt.
- Slokdarm: verplaatst het voedsel van de keelholte naar de maag (door peristaltische bewegingen).

- Maag: slaat het voedsel tijdelijk op.
 - Maagportier: kringspier die de maag afsluit.
 - Maagsapklieren produceren maagsap.
- Lever: produceert gal.
- Galblaas: slaat gal tijdelijk op.
 - Galbuis: vervoert gal naar de twaalfvingerige darm.
- Alvleesklier: produceert alvleessap.
- Twaalfvingerige darm: mengt gal en alvleessap met de voedselbrij.
- Dunne darm: mengt darmsap met de voedselbrij en neemt water met voedingsstoffen en verteringsproducten op in het bloed.
 - Door darmplouwen en darmvlokken heeft de wand een grote oppervlakte. De darmvlokken bevatten veel bloedvaten.
 - Darmsapklieren produceren darmsap.
- Blindedarm met wormvormig aanhangsel.
 - Bij blindedarmontsteking is het wormvormig aanhangsel ontstoken.
- Dikke darm: haalt water uit de brij van onverteerde voedselresten. Hierdoor wordt de brij ingedikt.
 - Bij diarree wordt in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water in het bloed opgenomen.
 - In de dikke darm leven veel (soorten) bacteriën, die o.a. cellulose verteren en vitamine K produceren. De vitamine en een deel van de glucose worden door de dikke darm opgenomen.
- Endeldarm: slaat onverteerde voedselresten (ontlasting) tijdelijk op.
 - Anus: kringspier die de endeldarm afsluit.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Je kunt de verteringssappen noemen met hun functies.

- Speeksel is slijm dat o.a. bestaat uit water en een enzym.
 - Functie slijm: voedsel gemakkelijker kunnen doorslikken.
 - Functie enzym: zetmeel voor een deel verteren.
 - Speeksel doodt bacteriën in het voedsel.
- Maagsap bestaat o.a. uit water, maagzuur en een enzym.
 - Functie maagzuur (lage pH): bacteriën in het voedsel doden.
 - Functie enzym: eiwitten voor een deel verteren.
- Gal bevat geen enzym.
 - Functie: vetten emulgeren (grote vetdruppels verdelen in kleine vetdruppeltjes). Gal vergroot de oppervlakte van de vetten, zodat de vetten beter bereikbaar zijn voor enzymen.

- Alvelessap bevat verschillende enzymen.
 - Functie enzymen: eiwitten, koolhydraten en vetten verteren.
- Darmsap bevat verschillende enzymen.
 - Functie enzymen: de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt de delen van een tand of kies noemen met hun kenmerken.

- Het gebit bestaat uit snijtanden, hoektanden en kiezen.
- Uitwendige bouw van een tand of kies:
 - kroon: deel dat buiten de kaak uitsteekt;
 - wortel(s): deel in de kaak.
- Inwendige bouw van een tand of kies:
 - tandbeen: grootste deel waaruit een tand of kies bestaat;
 - glazuur: zeer harde laag om het tandbeen van de kroon;
 - cement: laagje om het tandbeen van de wortel(s);
 - tandholte: holte in het tandbeen waarin de bloedvaten en zenuwen liggen.
- De kaak is bedekt met tandvlees.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Je kunt bij zoogdieren het verband aangeven tussen de voedselkeuze, de lengte van het darmkanaal en de kenmerken en functies van de tanden en kiezen.

- Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel.
- Planteneters (herbivoren):
 - Het darmkanaal is lang in verhouding tot de lichaamslengte.
 - Hebben plooikiezen waarmee ze plantaardig voedsel kunnen fijnmalen. De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting.
 - De hoektanden ontbreken vaak.
- Vleeseters (carnivoren):
 - Het darmkanaal is kort in verhouding tot de lichaamslengte.
 - Hebben knipkiezen waarmee ze dierlijk voedsel in stukken kunnen knippen.
 - De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp. Ze worden gebruikt om een prooi te doden en stukken vlees los te scheuren.
- Alleseters (omnivoren):
 - Het darmkanaal is middellang in verhouding tot de lichaamslengte.
 - Hebben knobbelkiezen waarmee ze voedsel kunnen fijnmalen.

- De hoektanden zijn meestal aanwezig. Hoektanden en snijtanden dienen om stukken van het voedsel af te bijten.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 6

Je kunt omschrijven wat tandplak en tanderosie is.

- Tandbederf: aantasting van tanden en kiezen door tandplak of tanderosie.
 - Poetsen met tandpasta met fluoride gaat tandbederf tegen.
- Tandplak: een dun laagje aanslag dat zich dagelijks op de tanden en kiezen afzet.
 - Bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel.
- Gevolgen van tandplak:
 - Bacteriën in tandplak zetten suikers uit het voedsel om in zuur. In het zuur lost het glazuur van tanden en kiezen op, waardoor er gaatjes kunnen ontstaan.
 - Tandplak kan verkalken tot tandsteen.
- Tanderosie: aantasting van het gebit door zure stoffen in voedsel.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geoefend in het aflezen en maken van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het trekken van een conclusie uit onderzoeksresultaten.
- Je hebt geoefend in het aflezen van etiketten van voedingsmiddelen.
- Je hebt geleerd glucose en zetmeel aan te tonen in voedingsmiddelen.
- Je hebt geleerd hoe je informatie kunt halen uit de schijf van vijf.
- Je hebt geleerd hoeveelheden voedingsstoffen en energie in voedingsmiddelen te berekenen.
- Je hebt geleerd hoe je een voedingsmiddelentabel moet gebruiken.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een voedingsspecialist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1 **BASISSTOF 1**

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In een proef wordt uit een liter melk yoghurt gemaakt. Melk bevat energierijke stoffen. Neemt de hoeveelheid energierijke stoffen in de melk in de loop van deze proef af, blijft deze gelijk of neemt deze toe? Leg je antwoord uit.
- 2 Bij de productie van brood, bier en wijn worden gisten gebruikt. Deze gisten leven van voedingsstoffen in de grondstoffen voor brood, bier en wijn. Van wat voor soort voedingsstoffen leven deze gisten: van eiwitten, van koolhydraten of van vetten?
- 3 Elk jaar lopen zo’n 680 000 mensen in Nederland een voedselvergiftiging op. Dit wordt meestal veroorzaakt door het eten van bedorven voedsel en kan leiden tot koorts, diarree, braken en buikpijn. De kans op voedselbederf is in de zomer groter dan in de winter. Leg uit hoe dat komt.

DOELSTELLING 2 **BASISSTOF 1**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

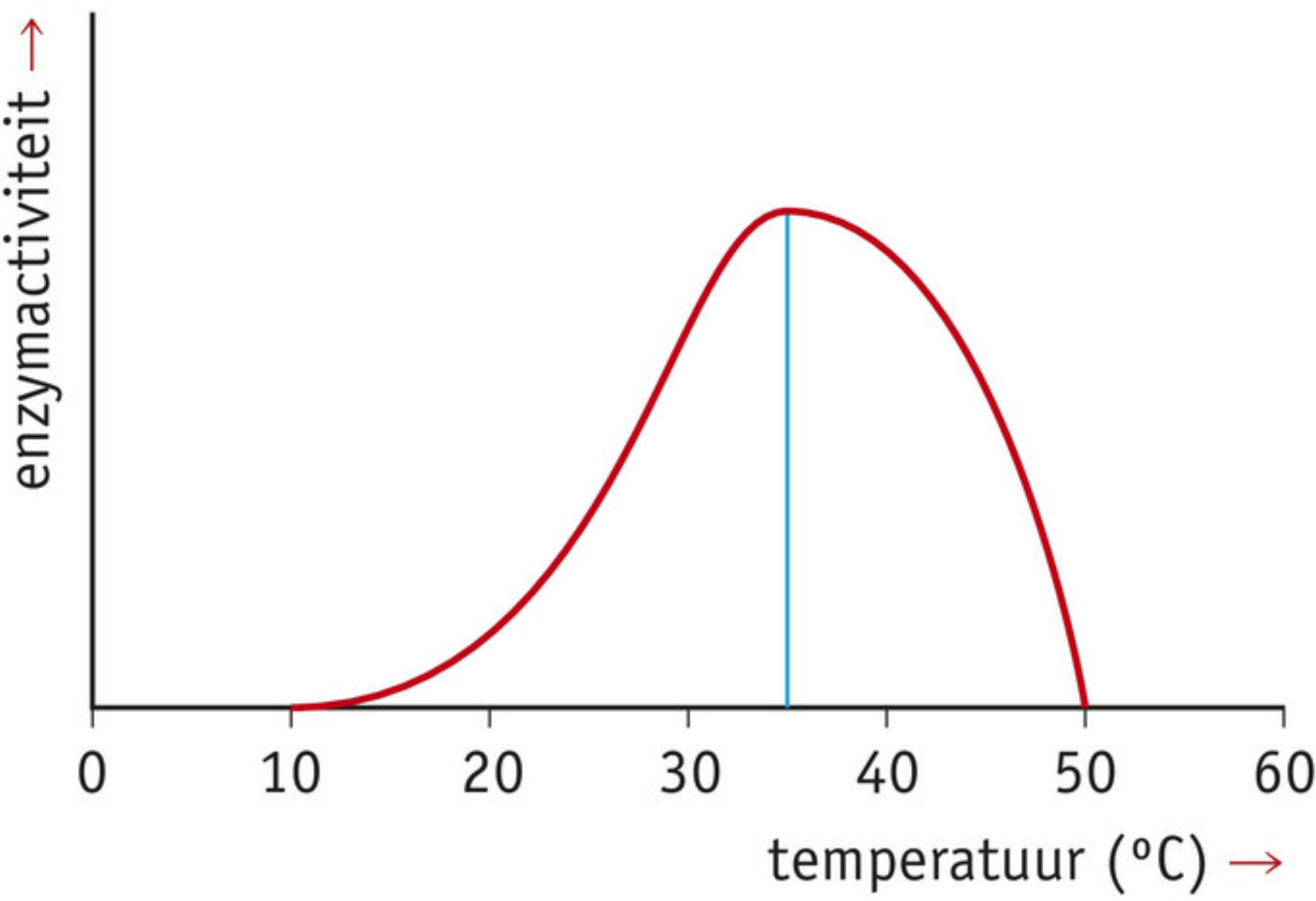
- 1 Iemand maakt twee schema’s van de werking van enzymen (zie afbeelding 48). Hierbij geldt: E = enzym en V = voedingsstof waarop het enzym inwerkt. Kan schema 1 de enzymwerking juist weergeven? En schema 2?
- | | Schema 1 | Schema 2 |
|---|----------|----------|
| A | ja | ja |
| B | ja | nee |
| C | nee | ja |
| D | nee | nee |

▼ **Afb. 48** Werking van enzymen (schematisch).

Schema	Voor de reactie	Tijdens de reactie	Na de reactie
1			
2			

De volgende informatie hoort bij vraag 2 en 3. In afbeelding 49 is het verband tussen de temperatuur en de activiteit van een bepaald enzym in een diagram weergegeven.

▼ **Afb. 49** Enzymactiviteit.



- 2 Bij welke temperaturen is dit enzym tijdelijk onwerkzaam?
 - A Alleen bij temperaturen onder 10 °C.
 - B Alleen bij temperaturen onder 35 °C.
 - C Alleen bij temperaturen boven 50 °C.
 - D Zowel bij temperaturen onder 10 °C als bij temperaturen boven 50 °C.
- 3 Wat is de maximumtemperatuur? En wat is de optimumtemperatuur?

	Maximumtemperatuur	Optimumtemperatuur
A	35 °C	10 °C
B	35 °C	50 °C
C	50 °C	10 °C
D	50 °C	35 °C

DOELSTELLING 3 **BASISSTOF 1**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Aan aardbeienvla (zie afbeelding 50) wordt vaak rodebietensap toegevoegd. Hierdoor krijgt de vla een fellere kleur. Is rodebietensap een additief? En is rodebietensap een conserveermiddel?
- | | Additief | Conserveermiddel |
|---|----------|------------------|
| A | ja | ja |
| B | ja | nee |
| C | nee | ja |
| D | nee | nee |

► **Afb. 50** Aardbeienvla.



- 2 Drie methoden om voedselbederf door bacteriën en schimmels tegen te gaan, zijn invriezen, pasteuriseren en steriliseren.
Bij welke methode kan voedsel het langst houdbaar worden gemaakt?
- A Bij invriezen.
B Bij pasteuriseren.
C Bij steriliseren.
- 3 Afbeelding 51 is een context over gasverpakken. Net als veel andere methoden zorgt deze methode ervoor dat bacteriën en schimmels minder goed groeien.
Hoe gaat gasverpakken de groei van bacteriën en schimmels tegen?
- A De enzymwerking wordt geremd.
B De stikstofopname wordt geremd.
C De wateropname wordt geremd.
D De zuurstofopname wordt geremd.

▼ Afb. 51

Gasverpakken

Bacteriën en schimmels leven van stoffen uit hun omgeving. Voedsel dat niet wordt geconserveerd, kan daarom snel bederven. Een manier om voedsel te conserveren is om het in een verpakking te stoppen met een mengsel van gassen. Het gaat hierbij om gassen die ook in de lucht voorkomen, zoals koolstofdioxide en stikstof. Door de gassen in een andere verhouding aan de verpakking toe te voegen, blijft het voedsel langer vers.

Op de verpakking van deze voedingsmiddelen staat dat ze zijn 'verpakt onder beschermende atmosfeer'. Voorbeelden van voedingsmiddelen die op deze manier worden geconserveerd, zijn kipfilet, voorgesneden groenten, chips en afbakbroodjes.



DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 52 is een voedingsstof weergegeven.
- 2 De mens gebruikt voedingsvezels bij de vorming van cellen en weefsels.
- 3 In het product van afbeelding 53 komen veel voedingsvezels voor.

▼ Afb. 52 Soja-stukjes.

▼ Afb. 53 Gehakt.



DOELSTELLING 5

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

Zes groepen voedingsstoffen zijn: eiwitten, koolhydraten, vetten, water, mineralen en vitaminen. Hierover gaan vraag 1 tot en met 6.

- 1 Welke twee groepen dienen als beschermende stoffen in je lichaam?
- 2 Tot welke groep voedingsstoffen behoren de producten in afbeelding 54?

▼ Afb. 54 Suiker en suikerklontjes.



- 3 Welke groep voedingsstoffen kan onder de huid worden opgeslagen?
- 4 Tot welke groep behoort de voedingsstof die je met joodoplossing kunt aantonen?
- 5 In spinazie zit ijzer (zie tabel 2). Ijzer is een mineraal dat in het lichaam als bouwstof wordt gebruikt. Welke drie andere bouwstoffen levert spinazie volgens de gegevens in de tabel?

▼ Tabel 2 IJzer in spinazie.

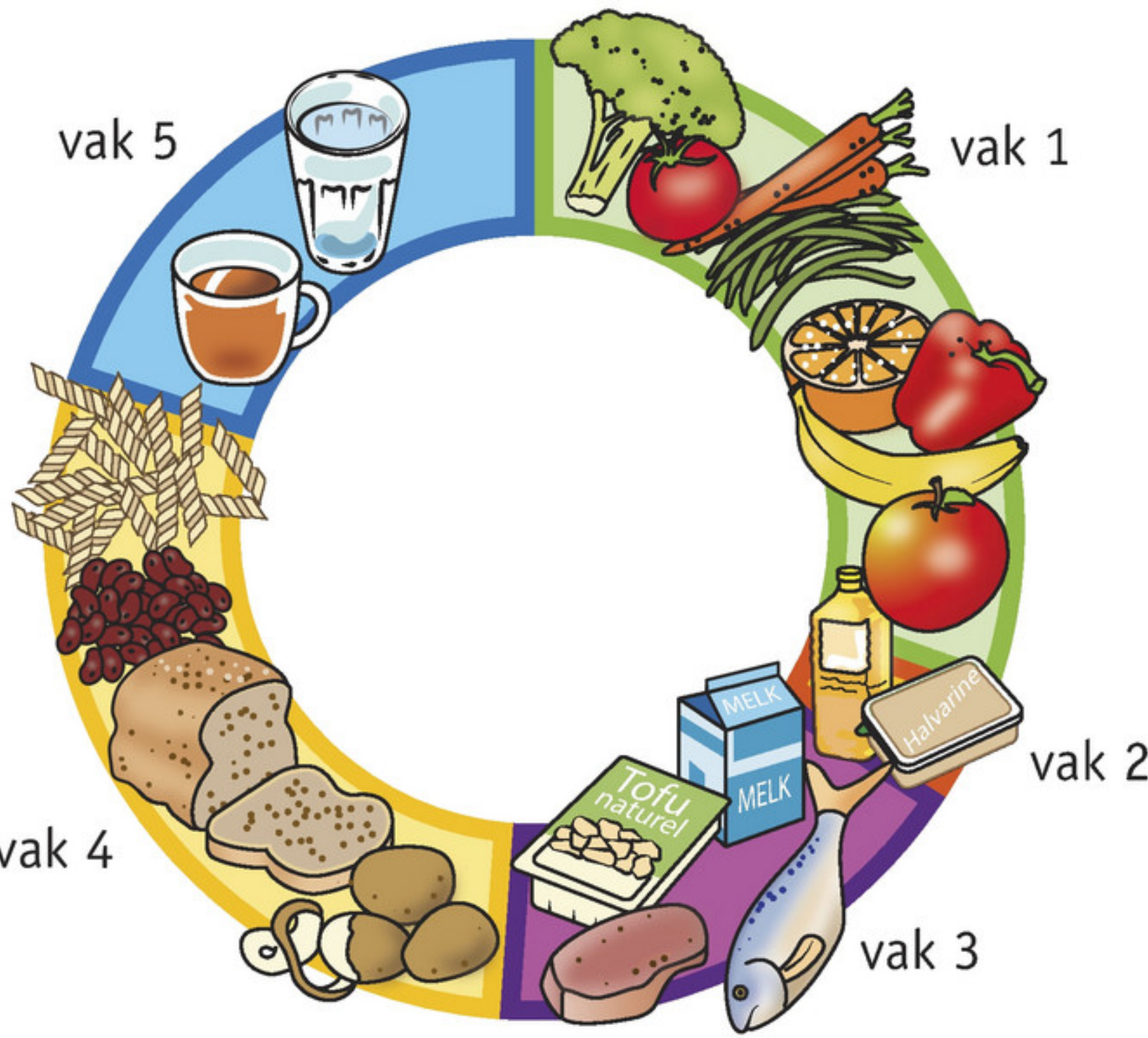
Voedingswaarde van gekookte spinazie (per 100 g)	
Energie	17 kcal
Water	90 g
Eiwitten	4 g
Vezels	3 g
Koolhydraten	1 g
Vetten	0 g
IJzer	1,3 mg

6 Biefstuk bevat geen koolhydraten.
Welke andere voedingsstof zit niet in biefstuk, maar wel in spinazie?

DOELSTELLING 6 BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.
In afbeelding 55 is de schijf van vijf weergegeven.
Hierover gaan vraag 1 en 2.

▼ Afb. 55 Schijf van vijf.



- 1 Waarom is het verstandig om elke dag iets uit elk vak van de schijf van vijf te eten?
- 2 In welke twee vakken komen voedingsmiddelen voor die rijk zijn aan voedingsvezels? Noteer de nummers van de vakken.
- 3 Volgens sommige onderzoeken zouden kinderen die veel tv-kijken (meer dan 25 uur per week) vaker overgewicht hebben dan kinderen die weinig tv-kijken.
Hoe komt het dat tv-kijken kan leiden tot overgewicht?

De volgende informatie hoort bij vraag 4 en 5.
In een folder staan de gemiddeld aanbevolen hoeveelheden voedingsmiddelen per dag voor volwassen mannen en vrouwen (zie tabel 3).

▼ Tabel 3 Hoeveelheid voedingsmiddelen per dag.

Product	Man	Vrouw
Kaas	30 g	30 g
Andere melkproducten	300 g	300 g
Vlees, kip, vis, sojaproducten (vleesvervangers), vleeswaren	125 g	100 g
Margarine, boter, vet, olie	50 g	35 g
Brood	235 g	175 g
Aardappelen, rijst, deegwaren, peulvruchten	250 g	200 g
Groente	200 g	200 g
Fruit	200 g	200 g

Twee leerlingen doen over de aanbevelingen in de tabel een bewering.

- 4 Jasmijn zegt dat mannen wordt aangeraden een grotere hoeveelheid energierijke voedingsmiddelen te eten dan vrouwen.
Is deze bewering juist? Leg je antwoord uit.
- 5 Anouk zegt dat vrouwen wordt aangeraden een grotere hoeveelheid eiwitrijke voedingsmiddelen te gebruiken.
Is deze bewering juist? Leg je antwoord uit.
- 6 In afbeelding 56 zie je twee producten waarin je frites kunt bakken. Thijs zegt dat het gezonder is om frites in product 2 te bakken dan in product 1.
Is deze uitspraak juist? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 56 Vast en vloeibaar frituurvet.



▼ **Tabel 4** Deel van een voedingsmiddelentabel.

Voedingsmiddel (100 g)	Water (g)	Eiwitten (g)	Vetten (g)	Koolhydraten (g)	Mineralen (mg)	Vitamine B (mg)	Vitamine C (mg)
Aardappelen (gekookt)	76	2	0	17	460	0,34	wisselend
Biefstuk (gebakken)	70	27	3	0	353	0,50	0
Frites (gefrituurd)	37	5	15	38	930	0,43	3
Sla	96	2	0	1	385	0,20	10

In tabel 4 is een deel van een voedingsmiddelentabel weergegeven. Hierover gaan vraag 7 en 8.

- 7** Een diëtist zegt tegen iemand die wil afvallen dat 100 g frites meer energie levert dan 100 g gekookte aardappelen.
Leg uit waarom deze diëtist gelijk heeft. Gebruik daarbij drie gegevens uit de tabel.
- 8** Een maaltijd bestaat uit 75 g gebakken biefstuk, 50 g sla en 250 g frites.
Hoeveel gram eiwitten bevat deze maaltijd in totaal? Schrijf je berekening op.

DOELSTELLING 7 **BASISSTOF 3**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Tijdens een beweging trekken bepaalde spieren zich samen. De temperatuur van het bloed dat deze spieren instroomt, is 37 °C.
Wat is de temperatuur van het bloed wanneer het deze spieren uitstroomt?
- A** De temperatuur is gelijk aan 37 °C.
B De temperatuur is hoger dan 37 °C.
C De temperatuur is lager dan 37 °C.

Voor de kust van Zuid-Amerika liggen de Galápagoseilanden. Deze eilanden liggen dicht bij de evenaar en hebben een tropisch klimaat. Op de Galápagoseilanden komen de galápagospinguïn en de reuzenschildpad voor.

- 2** De energiebehoefte van een galápagospinguïn wordt vergeleken met de energiebehoefte van een reuzenschildpad die even groot en even actief is en in dezelfde omgeving leeft.
In het lichaam van welk dier zal de energiebehoefte het grootst zijn?
- A** In het lichaam van beide organismen is de energiebehoefte even groot.
B In het lichaam van de galápagospinguïn is de energiebehoefte het grootst.
C In het lichaam van de reuzenschildpad is de energiebehoefte het grootst.

DOELSTELLING 8 **BASISSTOF 4**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Twee leerlingen doen een uitspraak over vertering. Corlijne zegt dat bij vertering voedingsstoffen die niet door de darmwand heen in het bloed kunnen worden opgenomen, worden omgezet in verteringsproducten die wel in het bloed kunnen worden opgenomen.
Lionel zegt dat de enzymen die ervoor zorgen dat de vertering snel verloopt, met het voedsel het lichaam binnenkomen.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- A** Alleen Corlijne heeft gelijk.
B Alleen Lionel heeft gelijk.
C Corlijne en Lionel hebben allebei gelijk.
- 2** In afbeelding 57 is een etiket van een zakje chips weergegeven. Op het etiket worden onder andere zout, eiwit en vet genoemd.
Welke van deze voedingsstoffen moeten zijn verteerd voordat ze in het bloed kunnen worden opgenomen?
- A** Eiwit en vet.
B Zout en eiwit.
C Zowel zout, eiwit als vet.

▼ **Afb. 57** Etiket naturel chips.

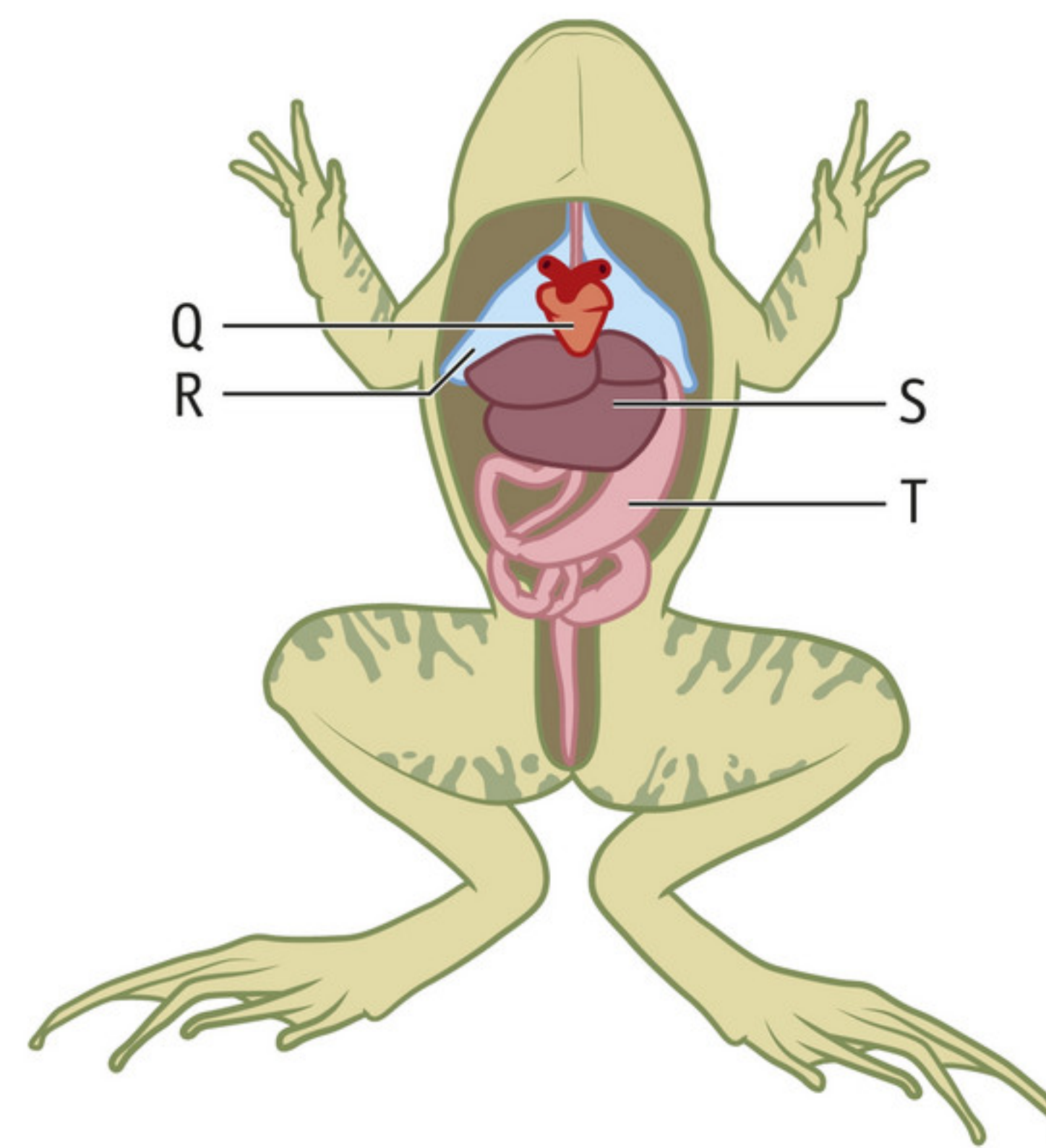
NATUREL CHIPS	Voedingswaarde per 100 g	
	Energie 2255 kJ (535 kcal)	
200 gram e	eiwit	6,5 g
Ingrediënten: aardappelen, plantaardige olie en vet, zout	koolhydraten	50,0 g
	waarvan suikers	1,0 g
	vet	35,0 g
	waarvan verzadigd	15,0 g
	enkelvoudig onverzadigd	16,0 g
	meervoudig onverzadigd	4,0 g

- 3 Worden alle koolhydraten verteerd voordat ze worden opgenomen?
- A Ja.
 - B Nee, glucose hoeft niet te worden verteerd.
 - C Nee, zetmeel hoeft niet te worden verteerd.
- 4 Lees de context 'Endoscopie' (zie afbeelding 58). Bij een patiënt wordt de binnenkant van de gehele dunne darm bekeken door middel van endoscopie. Gebruikt een arts hiervoor een endoscoop in een slang of gebruikt hij een endoscoop in een pil?
- A Een endoscoop in een pil, want deze kan via de anus eenvoudig de weg naar de dunne darm afleggen.
 - B Een endoscoop in een pil, want deze kan via de mond eenvoudig de weg naar de dunne darm afleggen.
 - C Een endoscoop in een slang, want hiermee kan de arts via de anus de dunne darm bekijken.
 - D Een endoscoop in een slang, want hiermee kan de arts via de mond de dunne darm bekijken.

▼ Afb. 58

- 5 Kikkers zijn amfibieën. Hun verteringskanaal vertoont echter veel overeenkomsten met dat van een zoogdier. In afbeelding 59 zie je de organen in het lichaam van een kikker. Welke letter geeft de maag aan?
- A De letter Q.
 - B De letter R.
 - C De letter S.
 - D De letter T.

▼ Afb. 59 Organen van een kikker.

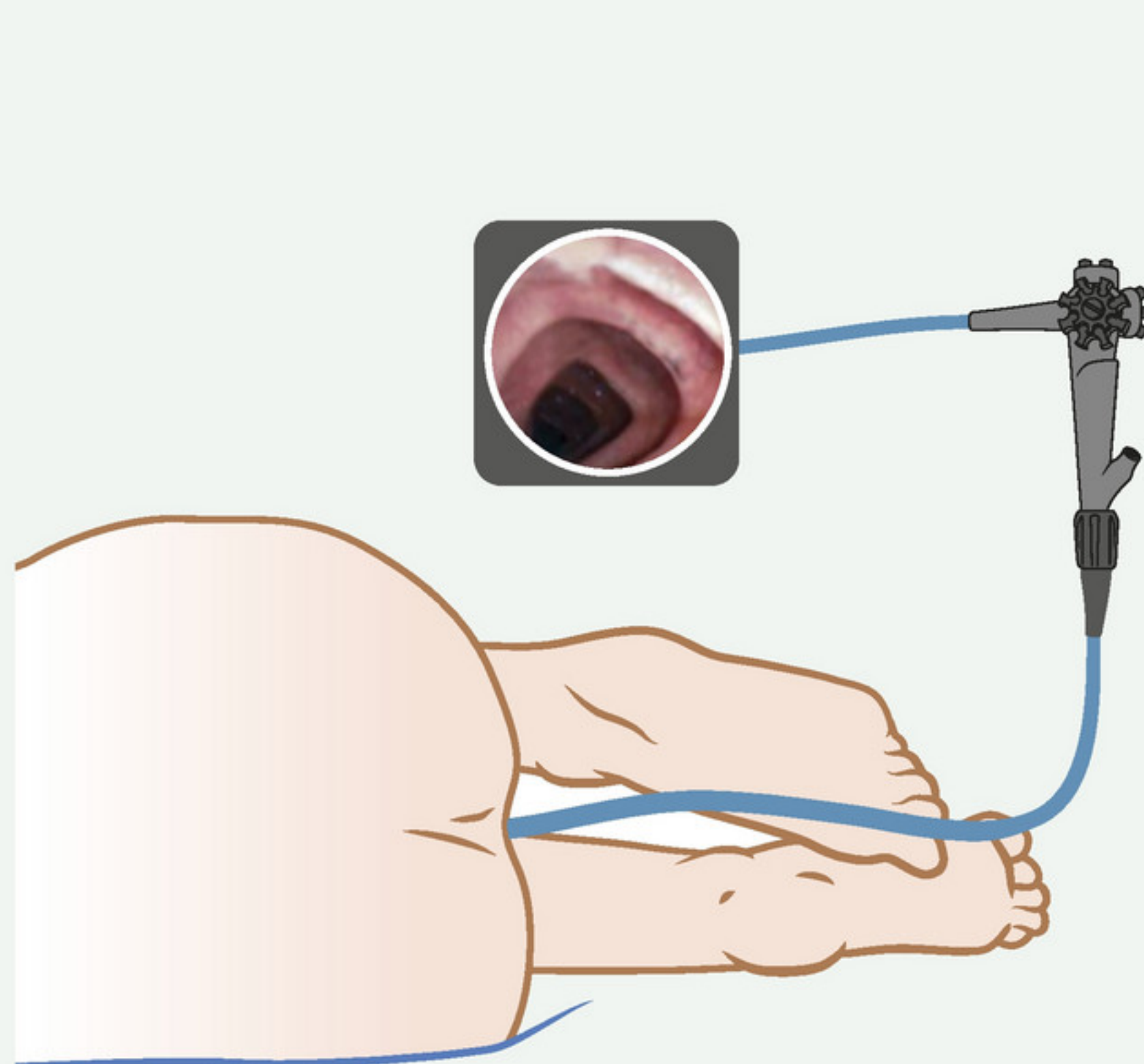


Endoscopie

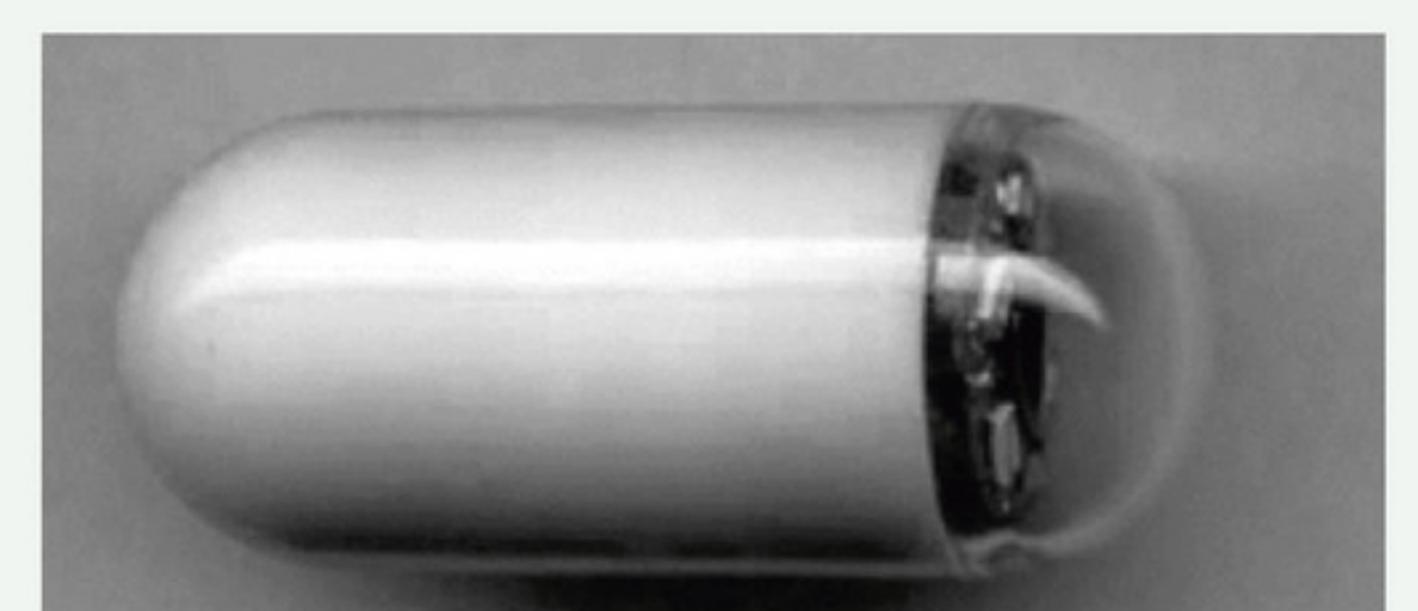
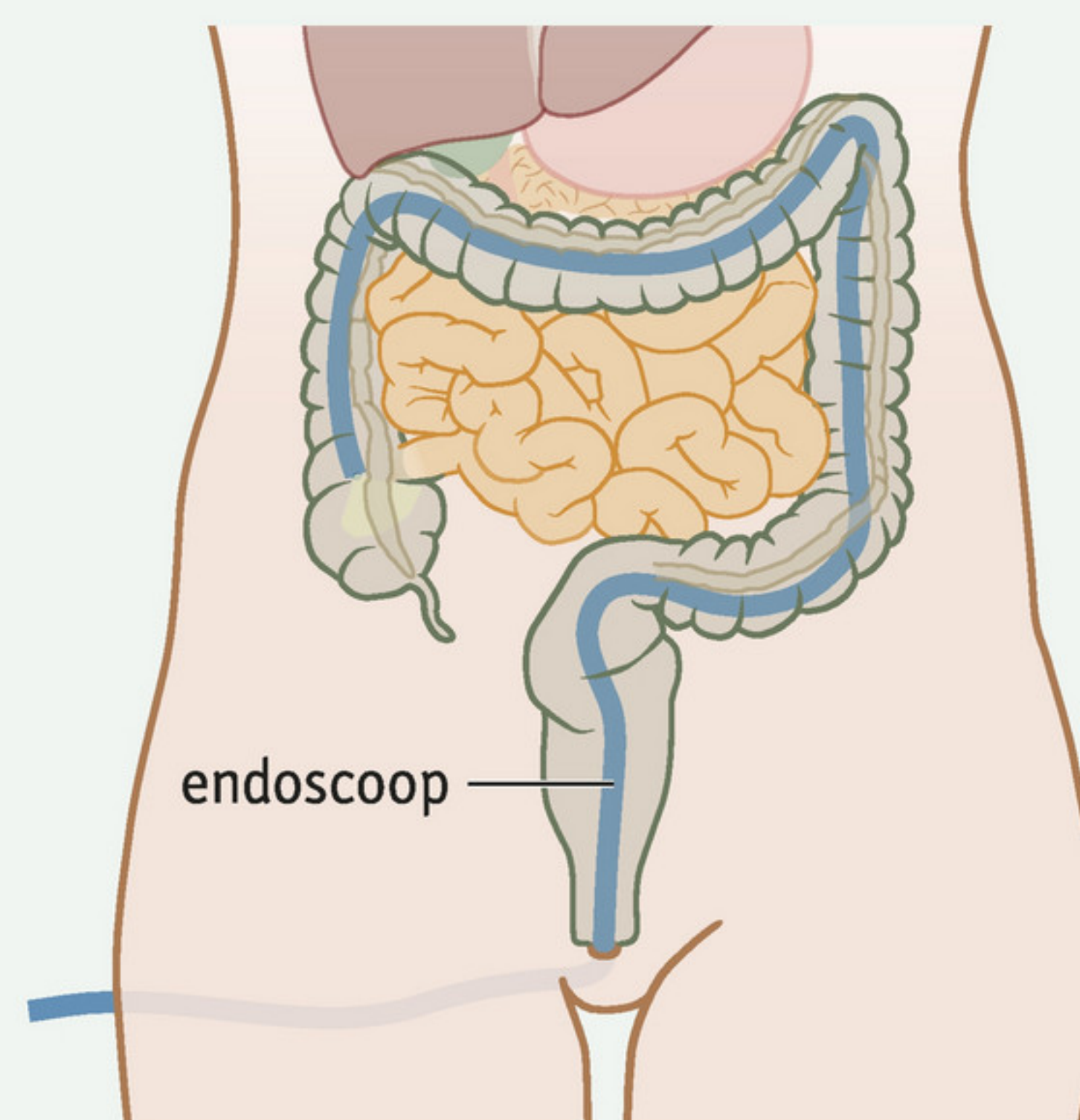
Endoscopie betekent 'binnenin kijken'. Een endoscoop is een slang van ongeveer anderhalve meter lang. Voor in de slang bevinden zich een camera en een lampje (zie afbeelding 1). Met deze slang kan een arts via de mond het eerste deel of via de anus het laatste deel van het darmkanaal bekijken.

Endoscopie is ook mogelijk met een soort pil (zie

afbeelding 2). Deze pil is ongeveer 1 cm groot en heeft een camera en een lampje. De patiënt slikt de camerapil in en peristaltische bewegingen in de wand van het darmkanaal duwen de pil verder. Uiteindelijk komt de camerapil met de ontlasting weer uit het lichaam. Het onderzoek met de pil levert minder ongemakken op, maar is duurder en kan niet worden aangestuurd.



1 endoscoop in de dikke darm



2 pil met camera

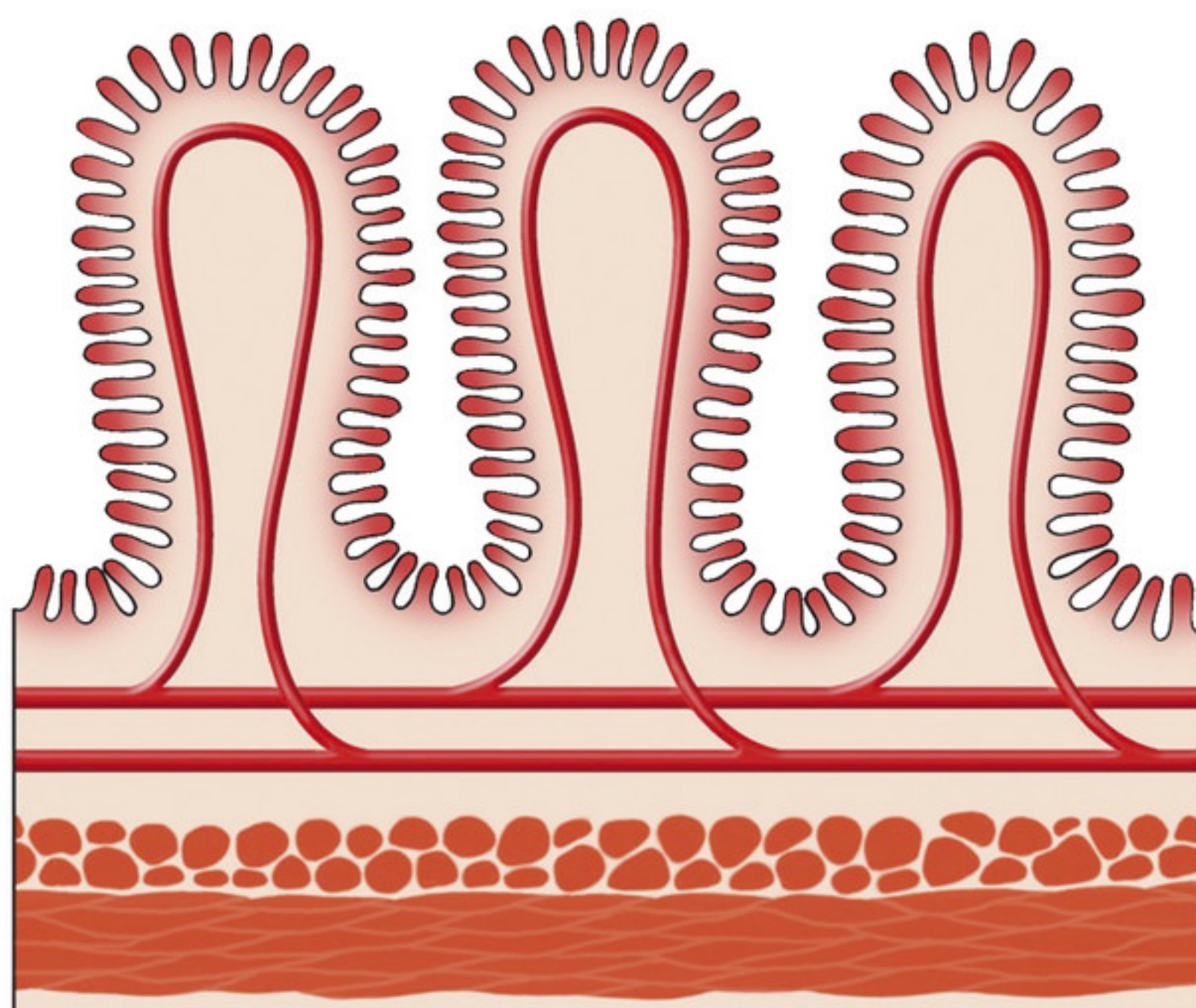
DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In de mondholte wordt het voedsel door het gebit in kleine stukjes verdeeld.
Leg uit waardoor kleine stukjes voedsel gemakkelijker verteren dan grote stukken voedsel.
- 2 Van een bepaald orgaan van het verteringsstelsel van de mens is het volgende bekend:
 - 1 Het deel kan worden afgesloten door een kringspier.
 - 2 Er wordt een verteringssap geproduceerd.
 - 3 Het voedsel wordt er tijdelijk opgeslagen.
 Welk orgaan wordt bedoeld?
- 3 In afbeelding 60 is een stukje van de wand van een orgaan van het spijsverteringsstelsel schematisch getekend.
Van welk orgaan is dit een stukje wand?

▼ Afb. 60

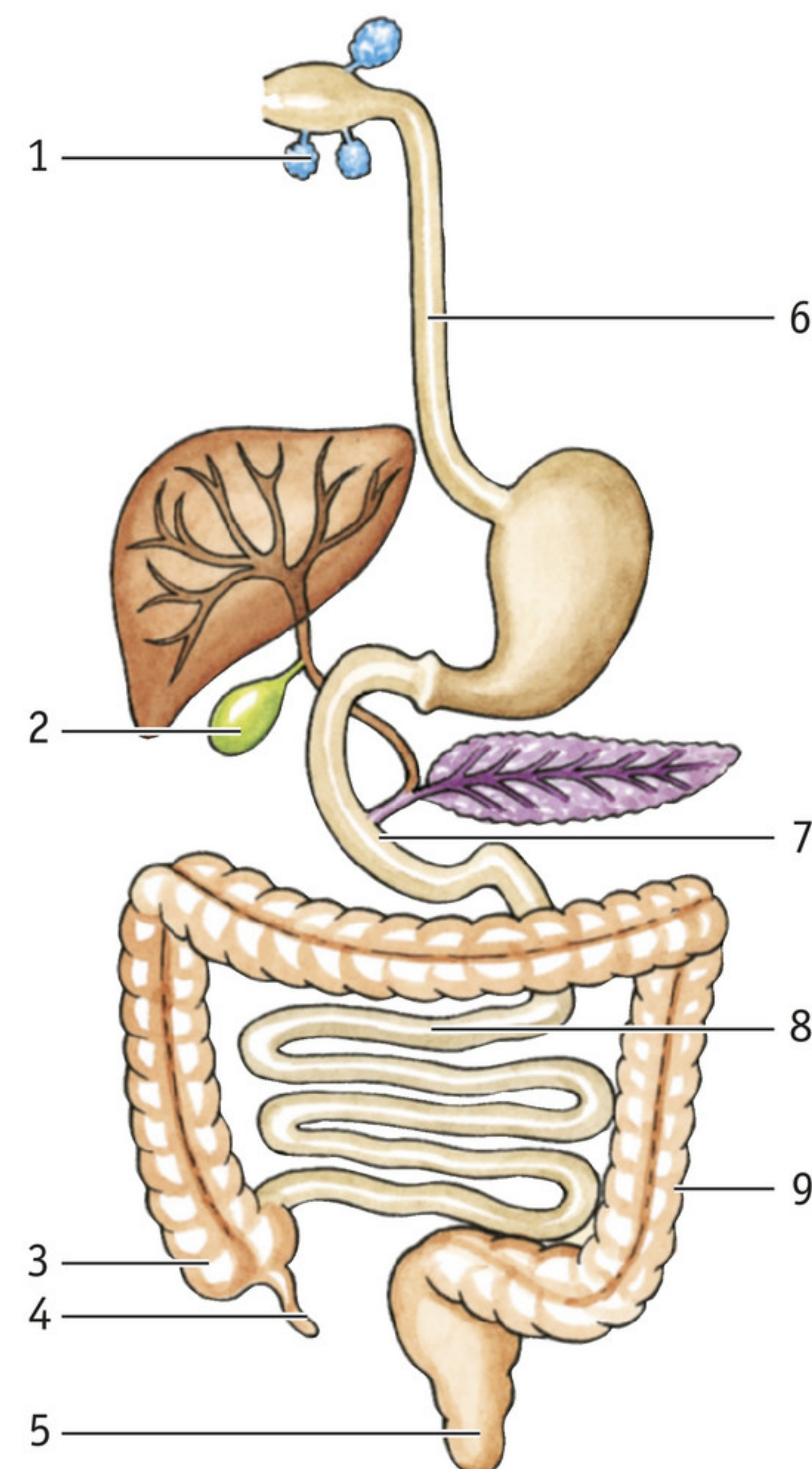


- 4 *Lactobacillus rhamnosus* is een darmbacterie. In gezonde darmen leven veel bacteriën van deze soort. Darmbacteriën bevorderen een goede werking van de darmen.
Als iemand antibiotica heeft gebruikt ter bestrijding van een infectieziekte, treden daarna vaak darmklachten op, zoals diarree.
Leg aan de hand van de gegeven informatie uit waardoor het gebruik van antibiotica kan leiden tot diarree.

In afbeelding 61 is het verteringsstelsel schematisch getekend. Vraag 5 tot en met 7 gaan over deze afbeelding.

- 5 Hoe heet deel 1?
- 6 In welk deel worden de meeste verteringsproducten opgenomen in het bloed? Noteer het juiste nummer.
- 7 Kan in deel 6 vertering plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 61 Spijsverteringsorganen (schematisch).



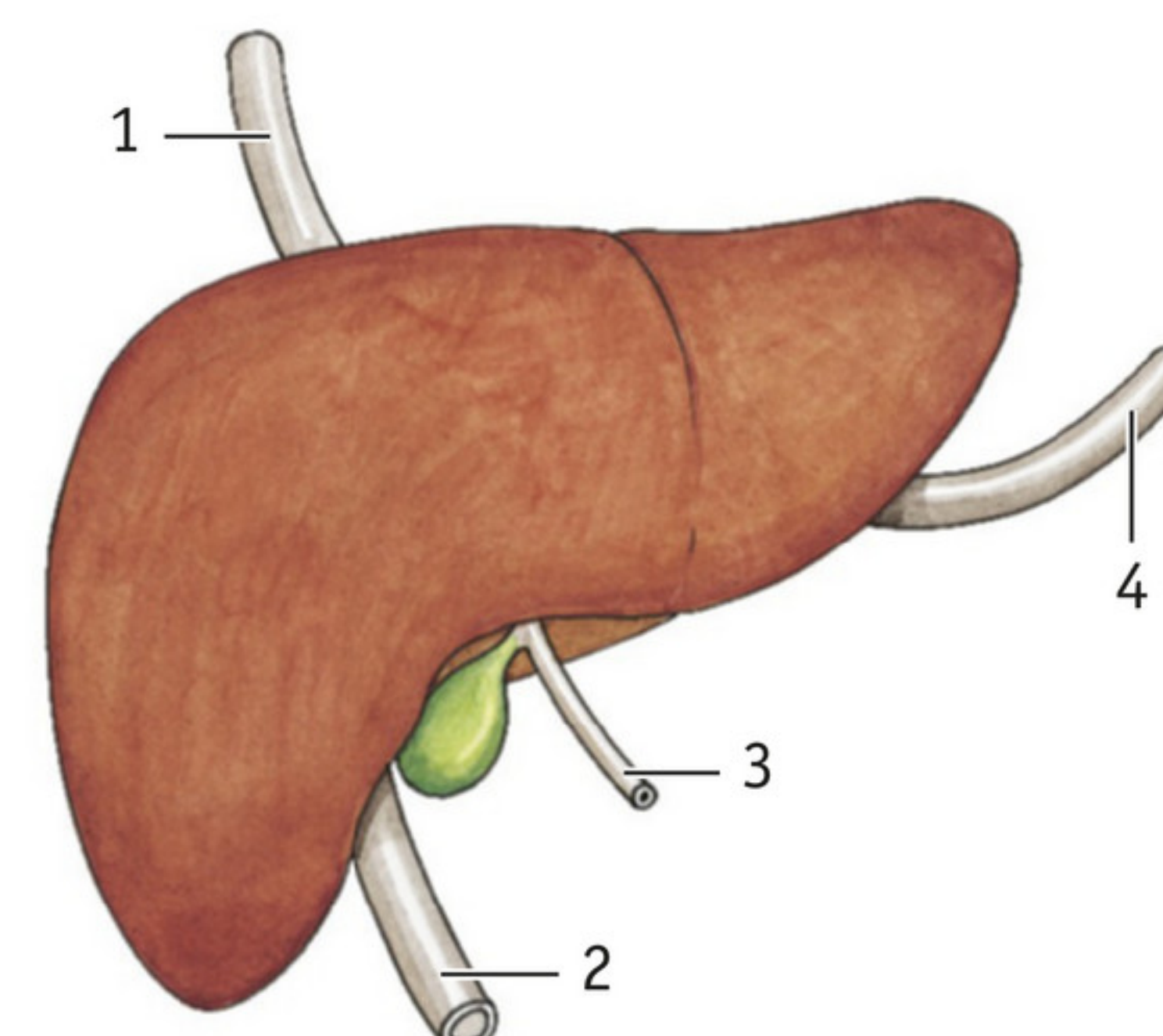
DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 62 is een deel van het verteringsstelsel van de mens schematisch getekend.
Welke buis is een afvoerbuis voor een stof die bij de vertering vetten emulgeert?
 - A Buis 1.
 - B Buis 2.
 - C Buis 3.
 - D Buis 4.

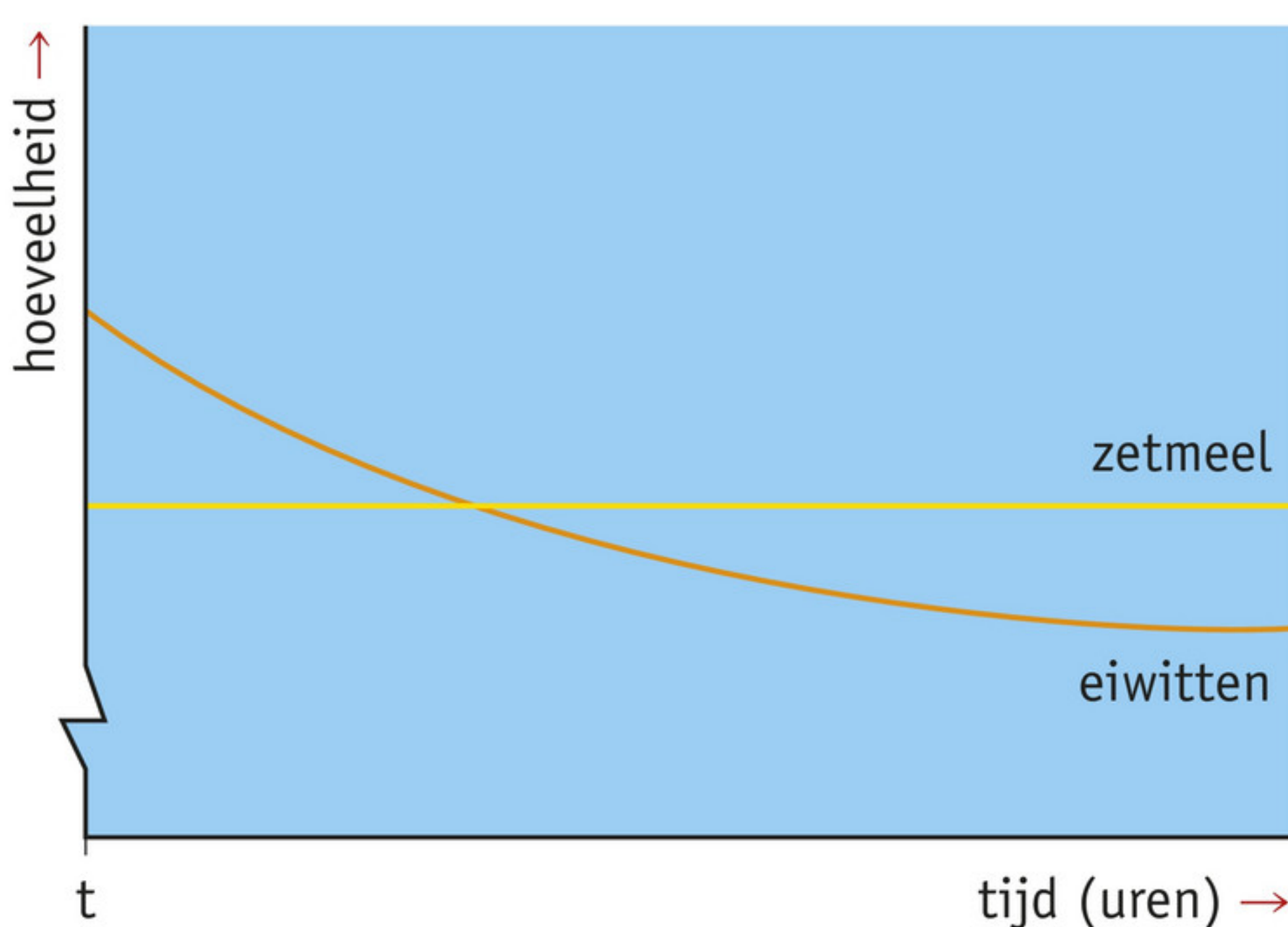
▼ Afb. 62 Lever en galblaas (schematisch).



- 2 Enkele organen in het lichaam van de mens zijn de alvleesklier, de lever, de maag en een speekselklier. Welk van deze organen bevat de volgende twee typen kliercellen: kliercellen die enzymen produceren voor de vertering van koolhydraten en kliercellen die enzymen produceren voor de vertering van vetten?
- A De alvleesklier.
 - B De lever.
 - C De maag.
 - D De speekselklier.

- 3 In een reageerbuis bevindt zich fijn gemaakt voedsel dat eiwitten en zetmeel bevat. Een onderzoeker heeft de beschikking over darmsap, gal, maagsap en speeksel van de mens. Op een bepaald tijdstip (t) voegt hij een van deze verteringssappen aan het voedsel toe. Hij schudt de buis goed en houdt deze op een temperatuur van 37°C . In afbeelding 63 zijn de hoeveelheden eiwitten en zetmeel gedurende het experiment in een diagram weergegeven. Welk sap is op tijdstip t aan het voedsel toegevoegd?
- A Darmsap.
 - B Gal.
 - C Maagsap.
 - D Speeksel.

▼ Afb. 63 Hoeveelheid zetmeel en eiwitten.



- 4 Er zijn verschillende zuiveldrankjes te koop die zeer veel bacteriën bevatten. De fabrikanten van de drankjes beweren dat deze bacteriën een positieve invloed hebben op de werking van de darmen. De meeste van die bacteriën komen echter niet levend in de twaalfvingerige darm aan na inname via de mond. Hoe komt het dat de meeste bacteriën uit die zuiveldrankjes niet levend in de twaalfvingerige darm aankomen?
- A De bacteriën worden gedood door stoffen in maagsap.
 - B De bacteriën worden gedood door stoffen in speeksel en maagsap.
 - C De bacteriën worden verteerd in de maag.
 - D De bacteriën worden verteerd in de mond en slokdarm.

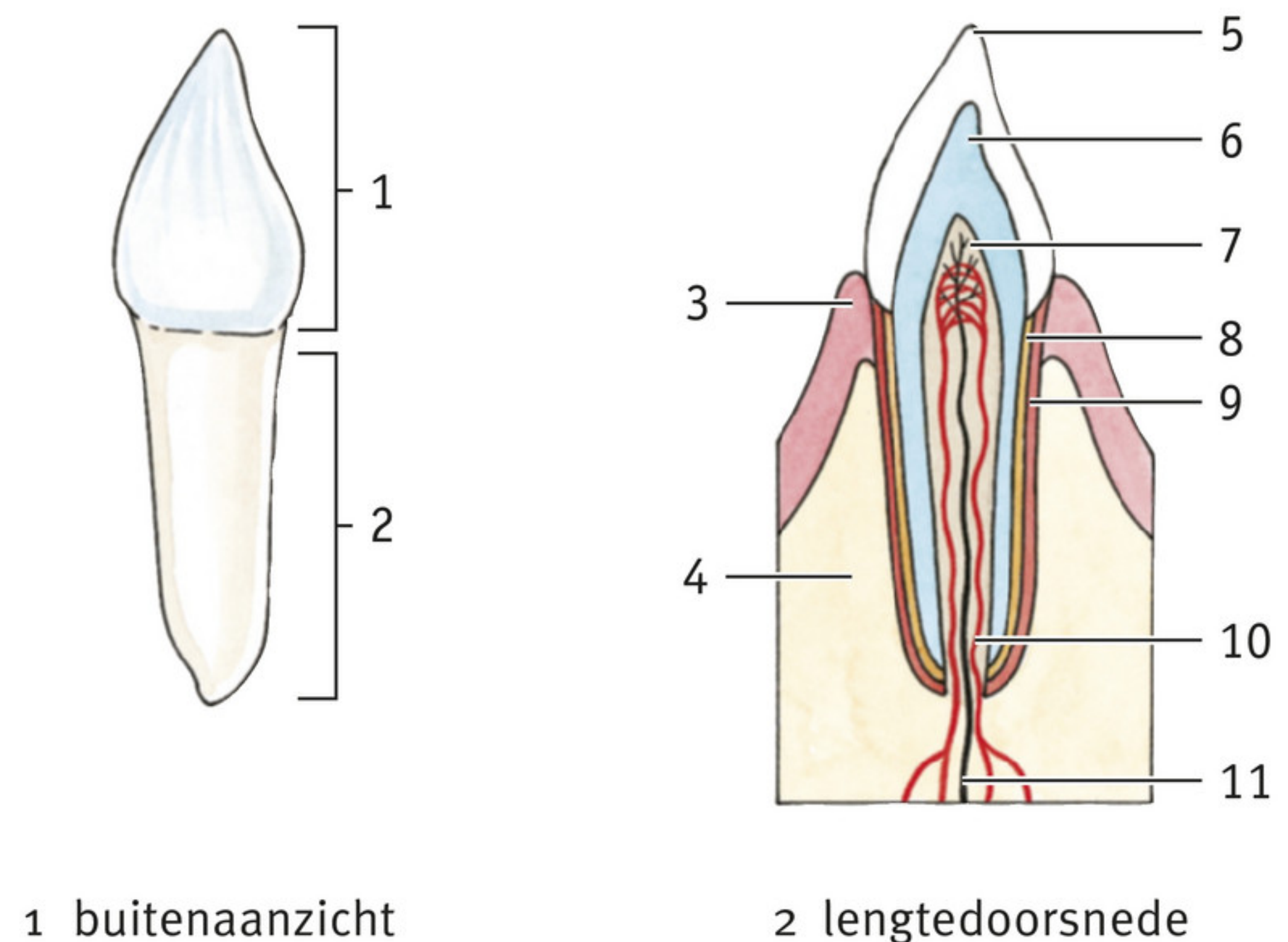
DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen. In afbeelding 64 is een tand schematisch getekend. Vraag 1 en 2 gaan over deze afbeelding.

- 1 Hoe heet deel 1?
- A Kroon.
 - B Tandbeen.
 - C Wortel.
- 2 Hoe heet deel 6?
- A Cement.
 - B Glazuur.
 - C Tandbeen.

▼ Afb. 64 Een tand (schematisch).



1 buitsideaanzicht

2 lengtedoorsnede

- 3 Komen in een tand uitlopers van zenuwcellen voor?
A Ja.
B Nee.

- 4 Wat is de functie van de gebitselementen die in afbeelding 65 met P zijn aangegeven?
A Stukken van het voedsel afbijten.
B Stukken vlees los scheuren.
C Voedsel fijn malen.

▼ **Afb. 65** Gebit met snijtanden.



DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

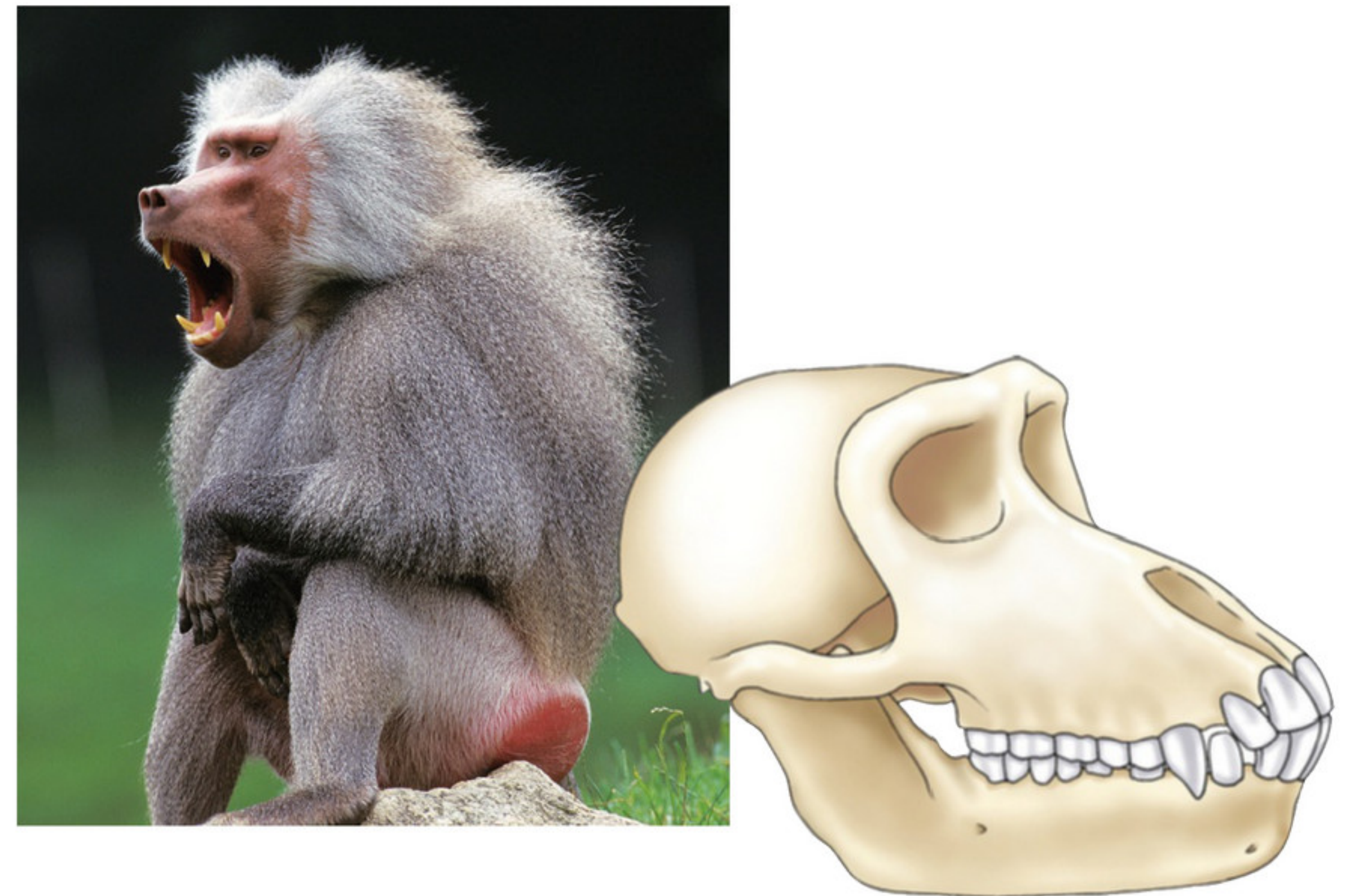
- 1 Een wezel (zie afbeelding 66) heeft scherpe, puntige kiezen en een kort darmkanaal in verhouding tot zijn lichaamslengte.
 Zijn de puntige kiezen een aanwijzing dat wezels vleeseters zijn? En het korte darmkanaal?
A Alleen de scherpe, puntige kiezen.
B Alleen het korte darmkanaal.
C Zowel de scherpe, puntige kiezen als het korte darmkanaal.

▼ **Afb. 66** Wezel.



- 2 In afbeelding 67 zie je een mantelbaviaan en de schedel van dit dier.
 Is een mantelbaviaan een carnivoor, een herbivoor of een omnivoor?
A Een carnivoor.
B Een herbivoor.
C Een omnivoor.

▼ **Afb. 67** Carnivoor, herbivoor of omnivoor?

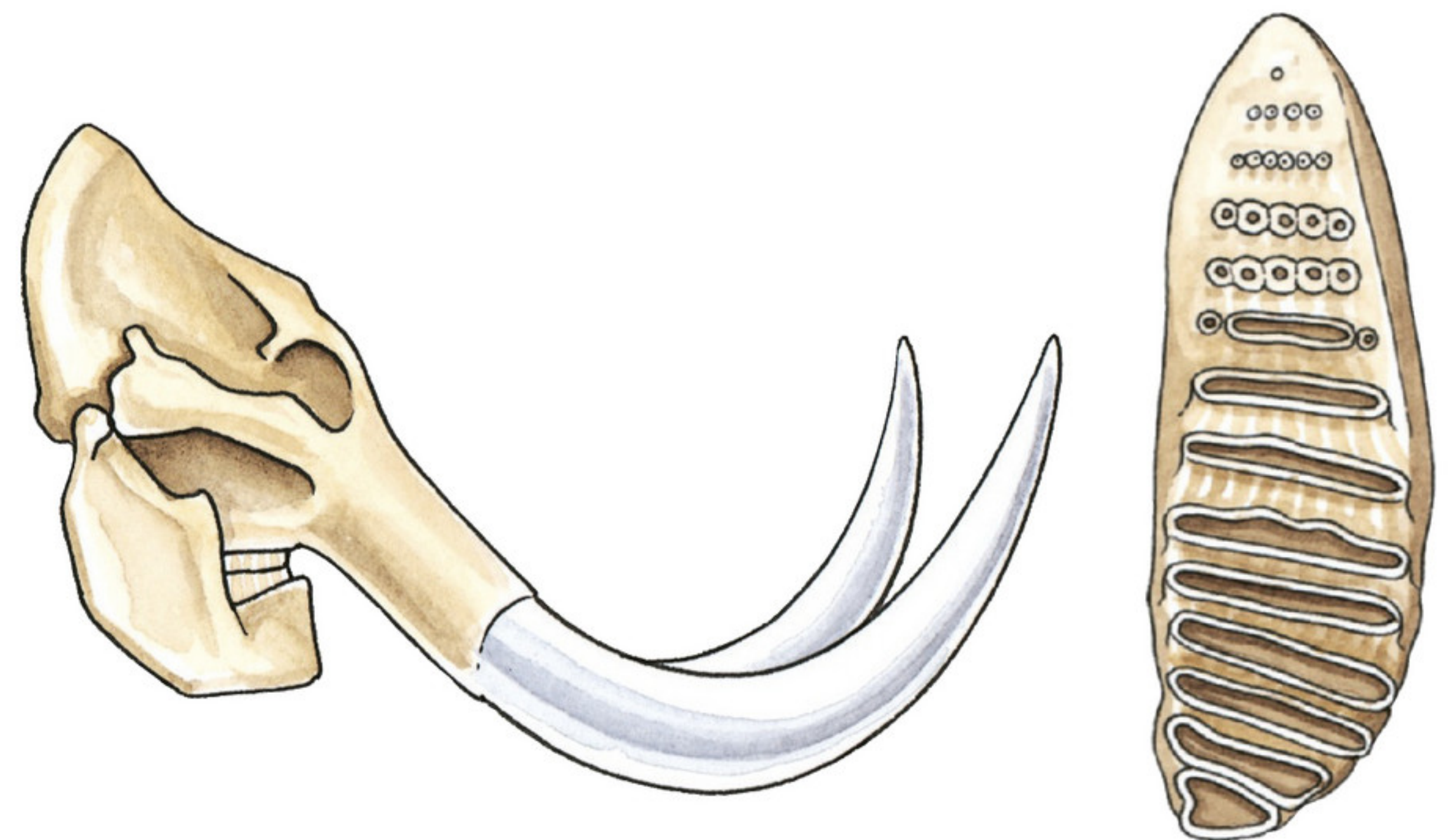


1 mantelbaviaan

2 schedel

- 3 Mammoeten zijn uitgestorven olifantachtige dieren. In afbeelding 68 zijn een schedel en het bovenaanzicht van een kies van een mammoet getekend.
 Uit mammoetkiezen die zijn gevonden, kan men het type voedsel van deze uitgestorven dieren afleiden. Van welk type voedsel zullen resten zijn gevonden in de maag van de ingevroren mammoeten?
A Alleen resten van dierlijk voedsel.
B Alleen resten van plantaardig voedsel.
C Resten van zowel dierlijk als plantaardig voedsel.

▼ **Afb. 68** Schedel en kies van een mammoet (schematisch).



1 schedel

2 kies

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 6

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Tandplak bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel.
 2 Alleen als je veel snoept, zet zich dagelijks tandplak af.
 3 Tandsteen is tandplak die je zelf kunt verwijderen.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Brood- en banketbakker

Voorbeelden van beroepen die met voeding te maken hebben, zijn brood- en banketbakker, kok, slager en voedingsspecialist. In deze verrijkingstof maak je kennis met een brood- en banketbakker.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 55

▼ Afb. 69

Laura maakt brood en banket

Laura werkt als brood- en banketbakker in een bakkerij. Ze is met dit werk grootgebracht, want haar ouders hebben een bakkerij. Als kind zag ze ook de minder leuke kanten van het vak: 'Altijd vroeg naar bed en vroeg opstaan. Mijn vader stond altijd in de bakkerij, mijn moeder in de winkel. Dat vond ik waardeloos.' Toch besloot ze op haar 17e de opleiding brood en banket te gaan volgen. Ze had al veel ervaring opgedaan in de bakkerij thuis. Al snel kon ze als chef brood- en banketbakker beginnen in een andere bakkerij. Om vier uur 's ochtends begint ze haar werkdag met het maken van brood. Ze weegt de grondstoffen nauwkeurig af en doet de ingrediënten voor het brooddeeg in de kneedmachine. Met een andere machine maakt ze bollen van het brooddeeg. De bollen moeten in een speciale rijskast rijzen. Daarna bakt ze heel veel bollen tegelijk af in grote ovens.

Wie met voedsel bezig is, moet heel hygiënisch werken. Je handen en de apparatuur moeten goed schoon zijn. 'Regelmatig krijgen we controle van de Voedsel- en Warenautoriteit. Als tijdens zo'n controle te veel bacteriën worden aangetroffen, kun je een hoge boete krijgen.'

Lichamelijk is het werk soms zwaar. 'Bij de hete oven is het weleens lastig uit te houden en je moet veel tillen. Maar als je het tillen op de goede manier doet, hoef je op je veertigste niet versleten te zijn.' Als brood- en banketbakker moet je wel creatief zijn. Laura kan zich echt uitleven in het bedenken van nieuw banket. 'Het moet er goed uitzien, lekker ruiken en heerlijk smaken natuurlijk. Als klanten mijn gebak zien, moet het water ze in de mond lopen.'



2 Practicum: de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel

In de basisstof heb je geleerd dat speeksel een enzym bevat dat zetmeel verteert. Enzymen zijn eiwitten. De werking van enzymen is afhankelijk van allerlei factoren, zoals de pH en de temperatuur.

In deze verrijkingstof onderzoek je de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel. Hierbij gebruik je onder andere een waterbad.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 57

PLUSSTOF

3 Vleesvervangende voeding

Eet jij graag vlees? Vlees is een belangrijke bron voor eiwitten, vitaminen en mineralen. Je hebt al deze stoffen nodig. Wie geen vlees eet of wil eten, moet deze stoffen op een andere manier binnen zien te krijgen. In deze verrijkingstof lees je waarom mensen besluiten om minder of geen vlees te eten en welke vleesvervangende voeding er bestaat.

VLEES ALS BOUWSTOF

De eiwitten in vlees dienen als bouwstof. Bijvoorbeeld voor de opbouw van spieren. Maar ook andere organen hebben eiwitten nodig. Een eiwit bestaat uit een reeks stoffen, die we aminozuren noemen. Sommige van die aminozuren zijn heel belangrijk om uit onze voeding op te nemen. Je kunt ze namelijk niet zelf maken.

Ook bevat vlees vitamine B1 en B12 en ijzer. Vitamine B1 is nodig voor de stofwisseling en voor het geleiden van impulsen door zenuwcellen. Vitamine B12 en ijzer zijn onder andere nodig voor de aanmaak van rode bloedcellen.

VEGETARIËRS

Sommige mensen kiezen ervoor om geen vlees en vis te eten. Zij zijn vegetariër. Ze vinden het niet fijn om vlees (en vis) te eten. Dat kan komen doordat er een dier voor moet worden gedood of doordat ze zich zorgen maken over het welzijn van de dieren. De omstandigheden waarin de dieren leven, zijn soms slecht.

Er is nog een andere reden om vlees te laten staan. Vlees eten is niet zo goed voor het milieu. Vlees komt immers van dieren. En dieren hebben zelf ook voedsel en water nodig. Zodra het dier kan worden geslacht, gaat het naar een slachthuis. Hier wordt het dier gedood en wordt het vlees in stukken gesneden en verpakt. Vervolgens wordt het vlees vaak via fabrieken naar de supermarkt vervoerd. Ondertussen moet het goed worden gekoeld. De industrie verbruikt hierbij grondstoffen, water en brandstoffen. Dit belast het milieu.

VLEESVERVANGENDE PRODUCTEN

Je zou het misschien niet zeggen, maar de weedburger in afbeelding 70 is uitsluitend van plantaardige stoffen gemaakt. Er zitten algen en zeewier in. Dat kun je namelijk gewoon eten. Gelet op hun voedingswaarde zijn het de krachtpatsers onder de vleesvervangers. Zeewier bevat net als vlees vitamine B1 en B12 en ijzer. In gedroogd zeewier zit zelfs nog meer ijzer dan in vlees. En in de algen zitten onverzadigde vetten en alle aminozuren die wij zelf niet kunnen maken.

Voedingsmiddelen die je in plaats van vlees kunt eten, noemen we vleesvervangende voeding. Ze kunnen vlees vervangen doordat ze (voor een deel) dezelfde stoffen leveren als vlees. Onder vleesvervangende voeding valt het eten van insecten, peulvruchten, producten op basis van peulvruchten (tofu), algen, kweekvlees en quorn (gemaakt van schimmel). In afbeelding 71 is van elk van deze producten omschreven hoe je het kunt eten.

▼ **Afb. 70** Dutch weedburger.



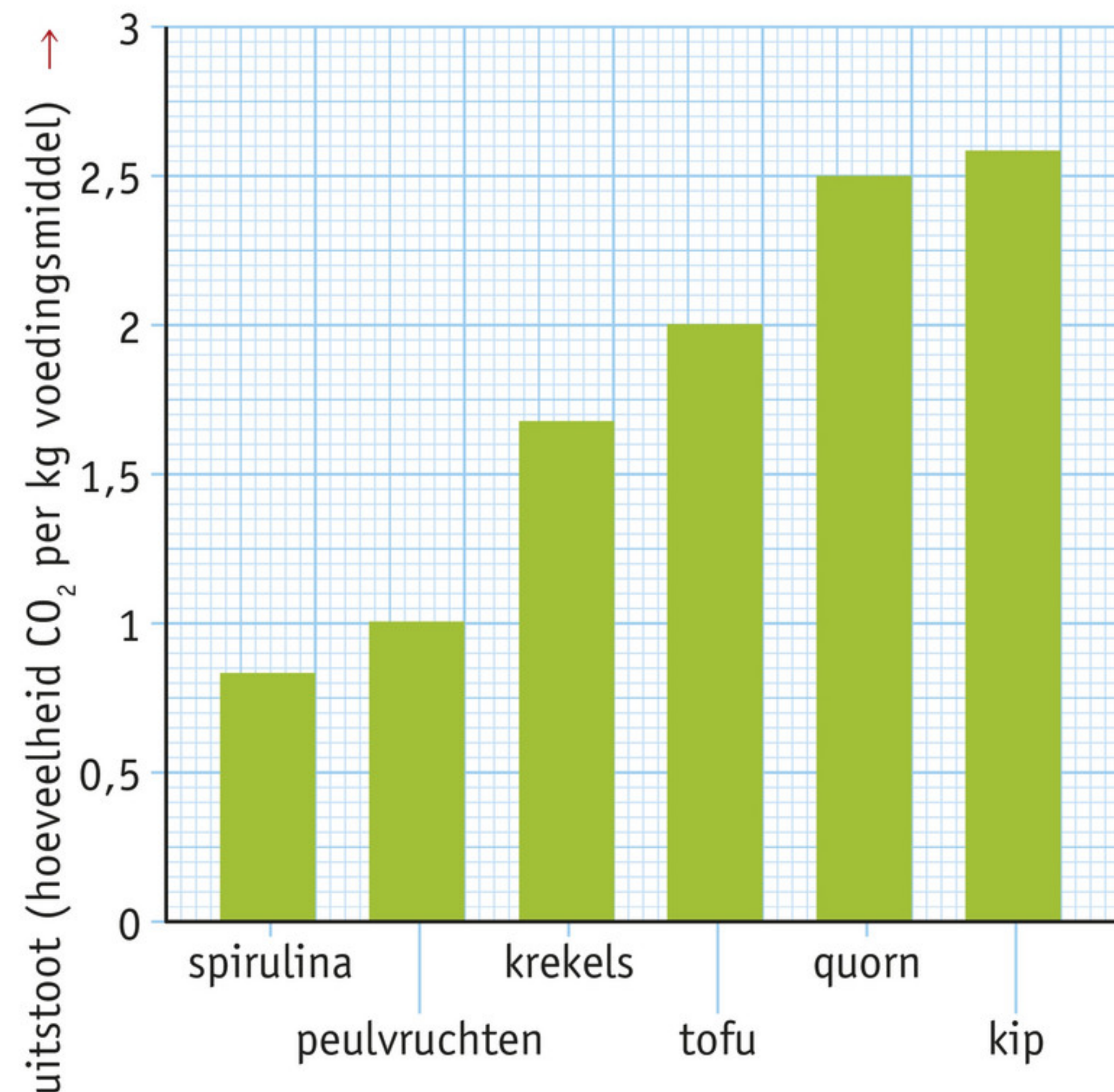
► **Afb. 71** Voorbeelden van vleesvervangers.

1 Spirulina 	Spirulina is een bacterie met bladgroen. Vanwege de groene kleur wordt deze bacterie ook wel ten onrechte ‘alg’ genoemd. Je kunt het kopen in de vorm van poeder of als tablet. Meestal wordt het gebruikt als voedingssupplement, net zoals een vitaminepil. Het is verkrijgbaar bij de drogist en de gezondheidswinkel.
2 Peulvruchten 	Voorbeelden van peulvruchten zijn sperziebonen, peultjes, bruine bonen, linzen, kikkererwten en soja. Van kikkererwten worden ook wel kikkererwtenpasta en falafel gemaakt. Ook bestaan er veel producten die van sojabonen worden gemaakt, zoals sojamelk, sojayoghurt en tofu (zie 4). Je kunt dit allemaal in de supermarkt kopen.
3 Krekels en sprinkhanen 	Wereldwijd worden er tweeduizend verschillende insectensoorten gegeten, waaronder krekels en sprinkhanen. Je kunt ze bijvoorbeeld gedroogd eten of verwerkt in een burger. Volgens veel mensen smaken ze een beetje als noten. In Nederland kun je sprinkhanen, meelwormen en krekels bij een aantal delicatessenzaken kopen.
4 Tofu 	Tofu is gemaakt van sojabonen. Het is op eenzelfde manier bereid als kaas. Omdat het van zichzelf niet veel smaak heeft, kun je het kruiden of marinieren net als gehakt of kipfilet. Vervolgens moet je het bakken of grillen. Je kunt tofu bij de supermarkt kopen.
5 Quorn 	Quorn is gemaakt van schimmels en is dus familie van de champignon. Het wordt op eenzelfde manier bereid als tofu. Ook van quorn is de smaak niet sterk. De structuur is wel anders. Ook bevat quorn weinig vitamine B1 en ijzer.

DUURZAAMHEID

Dierlijke eiwitbronnen zijn minder goed voor het milieu dan veel andere eiwitbronnen. Bij de vleesproductie wordt veel energie verbruikt. En dat leidt tot de uitstoot van het broeikasgas koolstofdioxide. In afbeelding 72 zie je dat de productie van vlees leidt tot meer uitstoot van koolstofdioxide dan de productie van de meeste genoemde vleesvervangers.

► **Afb. 72** Hoeveelheid koolstofdioxide-uitstoot per kilogram voedingsmiddel.



In Nederland eten veel mensen meer vlees dan ze nodig hebben. Het Voedingscentrum raadt dan ook aan om minder vlees te eten óf om (een deel van) de dierlijke producten te vervangen door andere eiwitbronnen. Meer dan de helft van de Nederlanders eet minimaal drie keer per week géén vlees. Door minder of geen vlees te eten kunnen we beter zorgen voor het milieu. We noemen het eten van vleesvervangende voeding daarom duurzamer dan het eten van vlees. Helaas zijn (nog) niet alle vleesvervangers net zo gemakkelijk te verkrijgen en net zo voedzaam als vlees. Peulvruchten doen het in dat opzicht wel goed. Maar ook deze vleesvervangers worden nog niet veel gegeten.

VOEDSEL VAN DE TOEKOMST?

Voor veel mensen is het eten van vlees een deel van hun cultuur en gewoonten geworden. Ook reclames dragen hieraan bij. Deze mensen zullen niet zomaar overstappen op het eten van vleesvervangers. Vooral het eten van insecten roept veel weerstand op. En dat terwijl we andere geleedpotigen zoals kreeft en garnalen als een lekkernij beschouwen.

Insecten zijn veilig om te eten. Er is zelfs minder kans op besmet voedsel dan bij het eten van vlees. Ook is de productie efficiënter dan de productie van vlees. Ter illustratie: 10 kg voer levert slechts 1 kg rundvlees op maar wel 9 kg insecten.

▼ **Afb. 73** Kweekvlees.



Maar er is nog een vleesvervanger die weleens populair zou kunnen worden. Wetenschappers zijn bezig om vlees te kweken (zie afbeelding 73). Dat doen zij door speciale dierlijke cellen te laten delen en ontwikkelen tot spiercellen. Nu gebeurt dit in een laboratorium, maar mogelijk gebeurt dit binnenkort op grote schaal. Dit kweekvlees belooft een duurzamer alternatief te zijn voor vlees.

Kortom: het is beter voor het milieu om minder vlees te eten. Vleesvervangers zoals peulvruchten kunnen gemakkelijk worden gegeten. Insecten, zeewier en algen krijgen steeds meer publiciteit en het duurt niet lang meer of er ligt kweekvlees in de supermarkt.

Examentrainer

AFRIKAANSE HARDLOPERS

Naar: examen vmbo-k 2012-2, vraag 29.

Hardlopers uit bepaalde delen van Oost-Afrika winnen veel meer langeafstandswedstrijden dan lopers uit andere delen van de wereld. Hoe het komt dat deze mensen zo goed kunnen hardlopen, is niet echt duidelijk. Mogelijke oorzaken zijn de lichaamsbouw, de voeding en de hoge ligging van hun woongebied.

De voeding van de Afrikaanse hardlopers verschilt niet veel van die van andere Oost-Afrikanen. Net als de hardlopers eten ze veel groente en fruit, weinig vlees of vis en veel graanproducten. Vooral voedingsmiddelen met veel zetmeel leveren energie voor het hardlopen.

- 1p
- 1

Welke van de genoemde voedingsmiddelen bevatten vooral veel zetmeel?

A

Graanproducten.

B

Groente en fruit.

C

Vlees en vis.

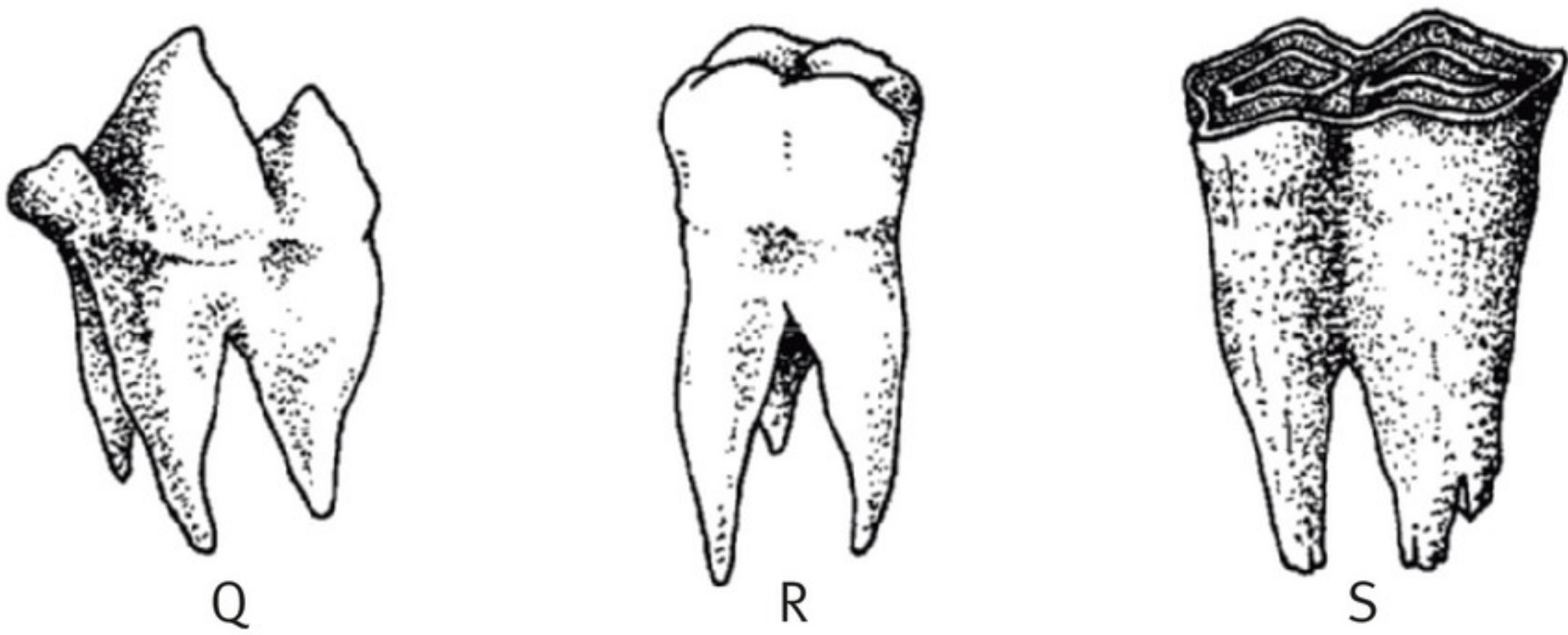
▼ **Afb. 75** Advies voor de hoeveelheid voedsel voor een kat.

KATTEN

Naar: examen vmbo-k 2014-2, vraag 40, 41, 45 en 46.

Een kat is een vleeseter. Een kat in het wild jaagt op kleine prooien, zoals muizen en vogels. In afbeelding 74 zie je drie typen kiezen.

▼ **Afb. 74** Typen kiezen.



- 1p
- 2

Welke letter geeft het type kies aan dat een kat heeft?

A

Letter Q.

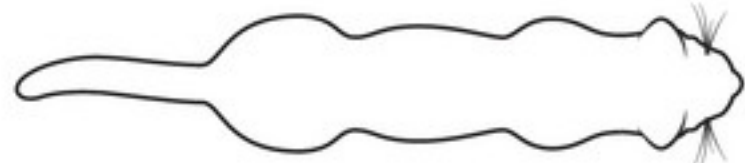
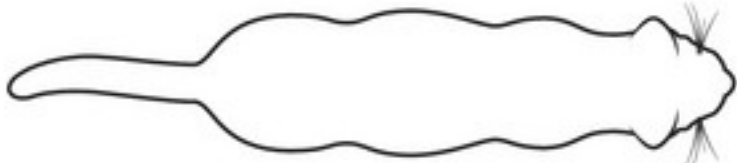
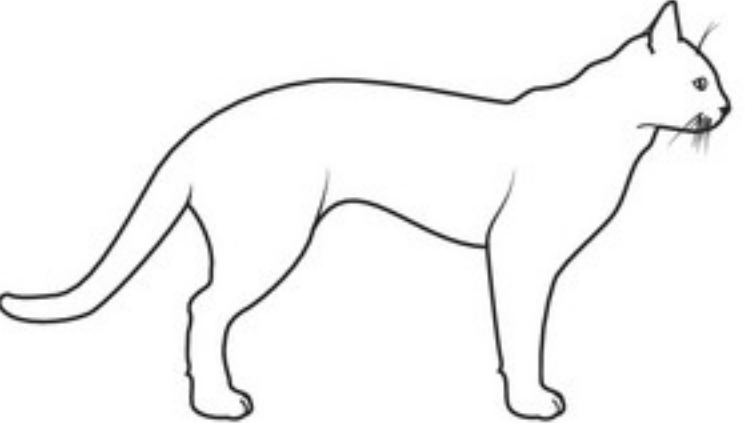
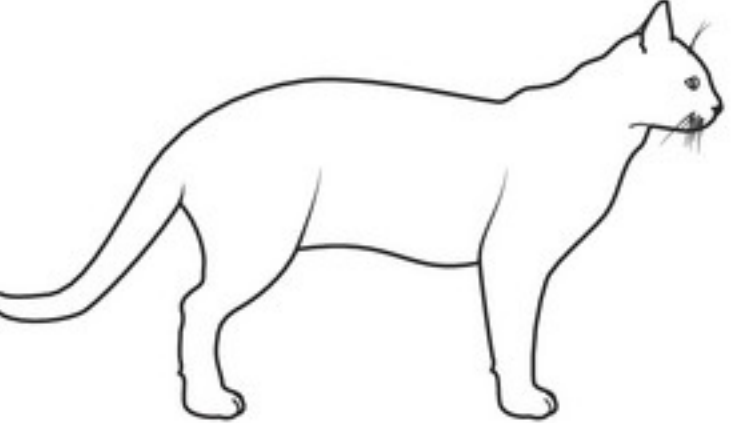
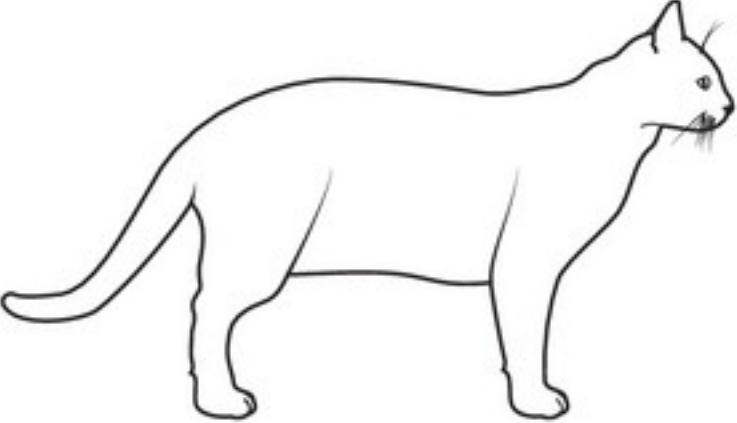
B

Letter R.

C

Letter S.

Katten die als huisdier worden gehouden, krijgen meestal speciaal kattenvoer. In afbeelding 75 zie je een deel van een etiket van een doos kattenbrokjes. Op het etiket staat informatie over de samenstelling van de brokjes. Ook wordt er advies gegeven over de hoeveelheid brokjes die je per dag aan je kat moet geven.

Hoeveelheid brokjes per dag				Samenstelling	
Gewicht (kg)	Mager	Normaal	Dik	mineralen	6%
				vocht	7%
				vezels	11%
2	35 g	30 g		zetmeel	21%
3	55 g	45 g		vet	22%
4	75 g	60 g	45 g	eiwit	33%
5		75 g	55 g		
6		85 g	65 g		
7			75 g		

Hanneke heeft een dikke kat van 6 kg die ze brokjes uit de doos voert.

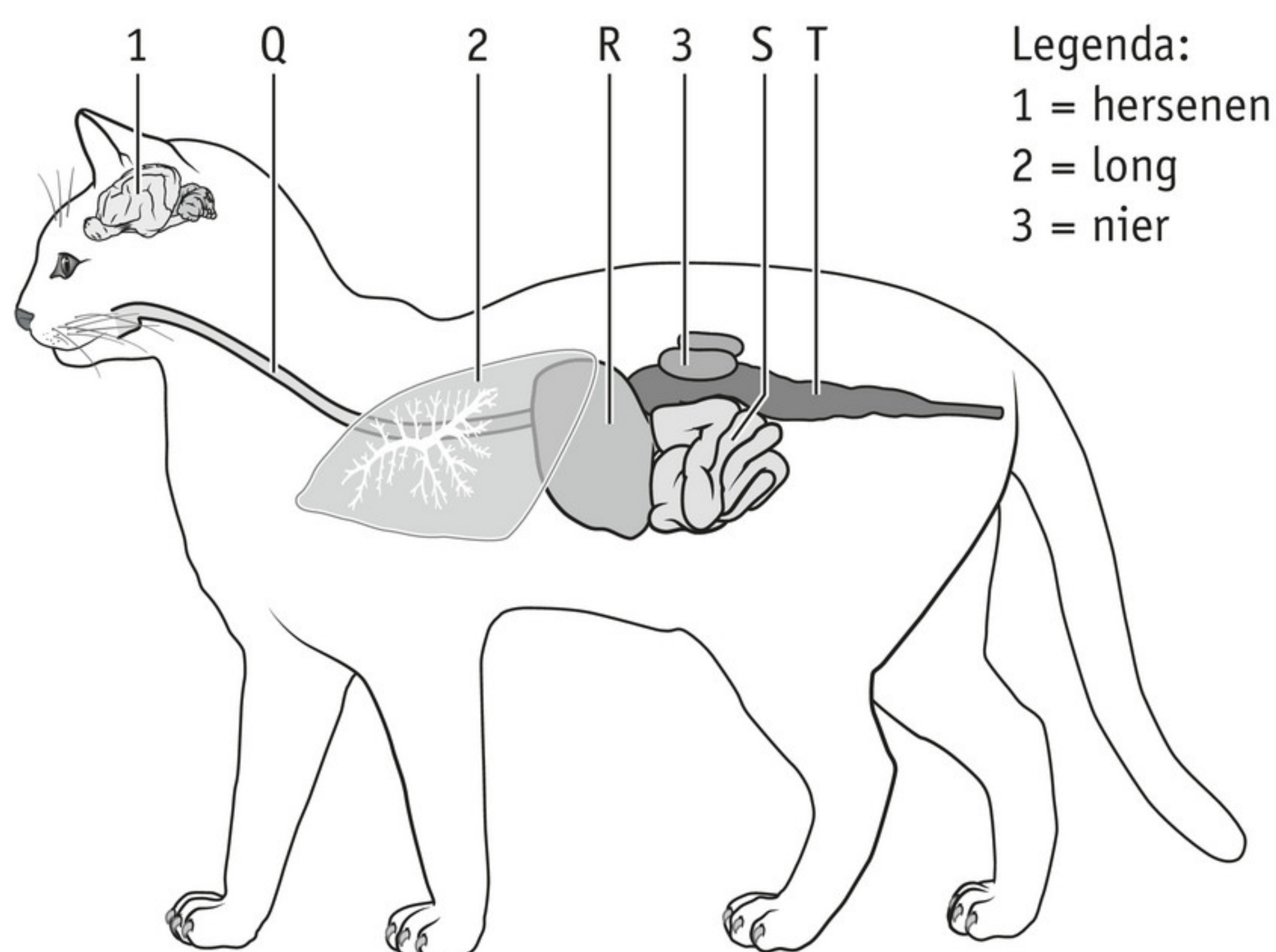
- 2p **3** Hoeveel gram eiwit krijgt de kat van Hanneke per dag binnen met de geadviseerde hoeveelheid brokjes? Leg je antwoord uit met een berekening.

In de darmen van katten kunnen parasieten leven die de kat ziek maken. Voorbeelden daarvan zijn dieren als spoelwormen in de dikke darm en lintwormen in de dunne darm.

Er zijn ook verschillende bacteriën en schimmels die darminfecties bij katten kunnen veroorzaken.

In afbeelding 76 zie je organen in het lichaam van een kat. De letters Q, R, S en T geven enkele organen van het verteringsstelsel aan. Je ziet ook organen van andere orgaanstelsels.

▼ **Afb. 76** Organen van een kat.



- 1p **4** Welke letter geeft het orgaan aan waarin een lintworm kan voorkomen?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.
 - D Letter T.

Een dierenarts bekijkt een microscopisch preparaat om de oorzaak van een darmziekte bij een kat te onderzoeken. In het preparaat ziet hij een cel die wel een celwand heeft, maar geen celkern.

- 1p **5** Van welk organisme kan dit een cel zijn?
- A Van een bacterie.
 - B Van een schimmel.
 - C Van een spoelworm.

DARMBACTERIËN

Bron: examen vmbo-k 2016-1, vraag 27 en 28.

In de dikke darm breken bacteriën onverteerde voedselresten af. Daarbij komen veel gassen vrij. Deze gassen kunnen zich ophopen in het laatste deel van de darmen. Als iemand een wind laat, komen deze gassen via de anus naar buiten.

Een van de gassen in een wind is koolstofdioxide. Dit gas ontstaat als bacteriën glucose afbreken met behulp van zuurstof. Bij dit proces komt energie vrij.

- 1p **6** Geef de naam van dit stofwisselingsproces.

Darmbacteriën maken enzymen om stoffen in onverteerde voedselresten af te breken. Verteringssappen die door verteringsklieren van de mens worden gemaakt, bevatten ook enzymen voor de afbraak van voedingsstoffen.

- 1p **7** Noem twee verteringssappen die verteringsenzymen bevatten.

DE MONDHOLTE

Naar: examen vmbo-k 2013-1, vraag 1.

Achter in de mondholte zit de huig. De huig heeft een functie bij het slikken.

- 1p **8** Wat is de functie van de huig bij het slikken?
- A De huig sluit bij het slikken de luchtpijp af.
 - B De huig sluit bij het slikken de neusholte af.
 - C De huig sluit bij het slikken de slokdarm af.

Plusvraag

MET WATER AFSLANKEN?

Bron: examen vmbo-gt 2015-1, vraag 16.

Michael beweert dat veel water drinken helpt om gewicht te verliezen. Hij zegt: 'Als je koud water drinkt, warmt je lichaam dit op tot de lichaamstemperatuur van 37 °C. De energie die daarvoor nodig is, krijg je door vet af te breken.' Om 1 L water 1 °C te verwarmen, is 4,2 kJ nodig. Het afbreken van 1 g vet levert 37 kJ op.

- 3p **9** Hoeveel liter water van 15 °C moet je volgens deze gegevens drinken om 5 g vet af te breken? Leg je antwoord uit met een berekening.

5

Gaswisseling



BASISSTOF

- 1 Het ademhalingsstelsel van de mens
- 2 Inademen en uitademen
- 3 Aandoeningen aan longen en luchtwegen
- 4 Gaswisseling bij dieren

54
59
62
66

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

69
71

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Longverpleegkundige
- 2 Practicum: de kieuwen van een vis
- 3 Slaapproblemen

78
79
80

EXAMENTRAINER

82



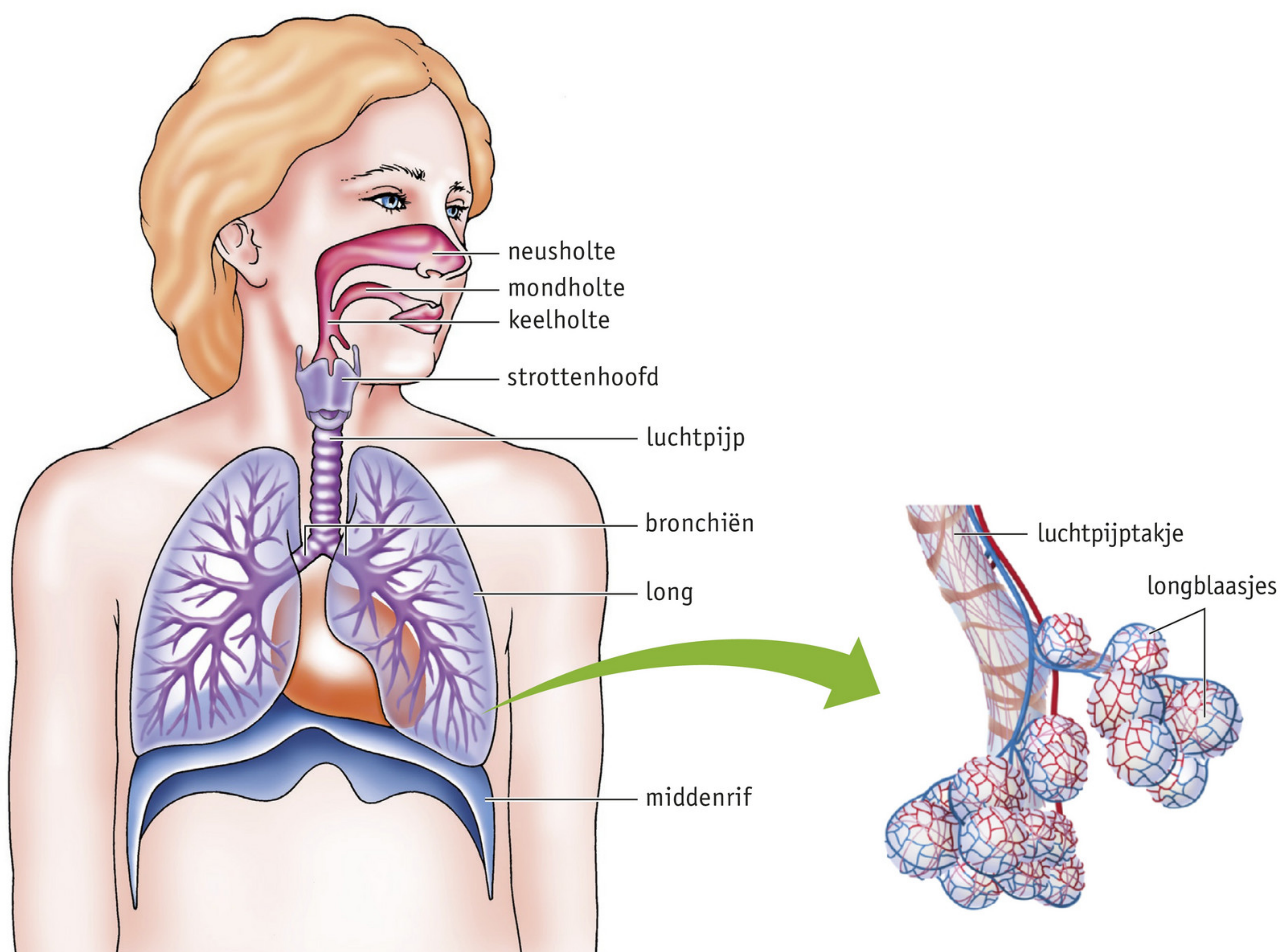
Als je inademt, neem je gassen op uit de lucht. Bij het uitademen geef je gassen af aan de lucht. Gassen opnemen en afgeven noem je gaswisseling. In dit thema leer je hoe de gaswisseling bij mensen plaatsvindt. Je leert hoe je ademhalingsstelsel is gebouwd en hoe je zuurstof uit de lucht opneemt en koolstofdioxide aan de lucht afgeeft. Je leert ook waardoor je ademhalingsstelsel soms minder goed werkt. Ten slotte leer je hoe de gaswisseling bij verschillende dieren plaatsvindt.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het ademhalingsstelsel van de mens

Bij een sportwedstrijd span je je behoorlijk in. Je raakt buiten adem en gaat hijgen. Je krijgt weer energie om te presteren. Het lijkt alsof dat vanzelf gaat, maar in werkelijkheid moet er heel wat gebeuren in je lichaam.

▼ **Afb. 1** Het ademhalingsstelsel van een mens.



GASWISSELING

Je maakt energie door in je lichaamscellen voedingsstoffen te verbranden. Daarvoor is zuurstof nodig. Daarom nemen lichaamscellen zuurstof op. Bij de verbranding ontstaat koolstofdioxide. Dit gas geven de lichaamscellen weer af. Het opnemen van zuurstof en het afgeven van koolstofdioxide noem je **gaswisseling**.

Bij de gaswisseling moet je voortdurend verse lucht in je **longen** opnemen. Dat noem je **ademhalen**. In afbeelding 1 zie je een schematische tekening van het ademhalingsstelsel van de mens.

Je ademt lucht in door je neus of je mond. De lucht komt dan in de neusholte of in de mondholte terecht. Vervolgens komt de lucht via de keelholte en het strottenhoofd in de luchtpijp. De luchtpijp vertakt zich in twee bronchiën. Eén bronchie gaat naar de linkerlong en één bronchie gaat naar de rechterlong. De bronchiën vertakken zich in steeds dunnere luchtpijptakjes. Aan het eind van elk luchtpijptakje zitten kleine longblaasjes.

NEUSHOLTE EN MONDHOLTE

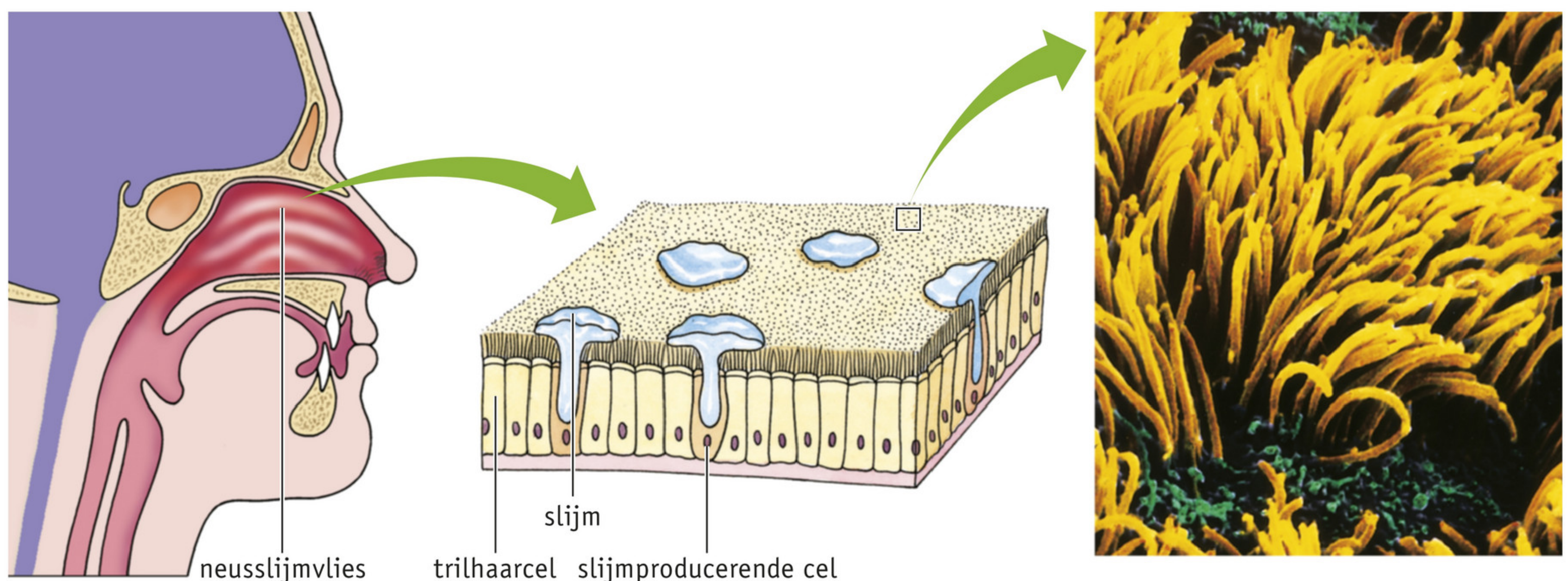
De meeste mensen ademen door hun neus. In de ingeademde lucht kunnen stofdeeltjes en ziekteverwekkers voorkomen. Vooraan in de **neusholte** groeien **neusharen** die grote stofdeeltjes tegenhouden. In de neusholte ligt het neusslijmvlies. Het **neusslijmvlies** bestaat uit slijmproducerende cellen en trilhaarcellen (zie afbeelding 2).

De **slijmproducerende cellen** maken slijm. Kleine stofdeeltjes en ziekteverwekkers blijven kleven aan dat slijm. Bovendien is de binnenkant van de neusholte door het slijm erg vochtig. Hierdoor wordt de lucht bij het inademen ook vochtig. Door de bewegingen van de **trilharen** gaat het slijm naar de keelholte. Daarna slik je het slijm door. De slijmproducerende cellen en de trilharen houden samen veel stofdeeltjes en ziekteverwekkers tegen. In het neusslijmvlies lopen bloedvaten. Het bloed verwarmt het neusslijmvlies. Hierdoor wordt de ingeademde lucht verwarmd.

Boven in de neusholte liggen de reukzintuigcellen. Deze zintuigcellen waarschuwen als er stinkende gassen in de lucht zitten.

Je kunt ook ademen door je mond. Maar in de mondholte kan de lucht niet worden gefilterd. Er kunnen dan meer stofdeeltjes en ziekteverwekkers in de longen komen. Bovendien kun je met de mondholte niet ruiken of er stinkende gassen in de lucht voorkomen.

▼ **Afb. 2** Neusholte met neusslijmvlies.



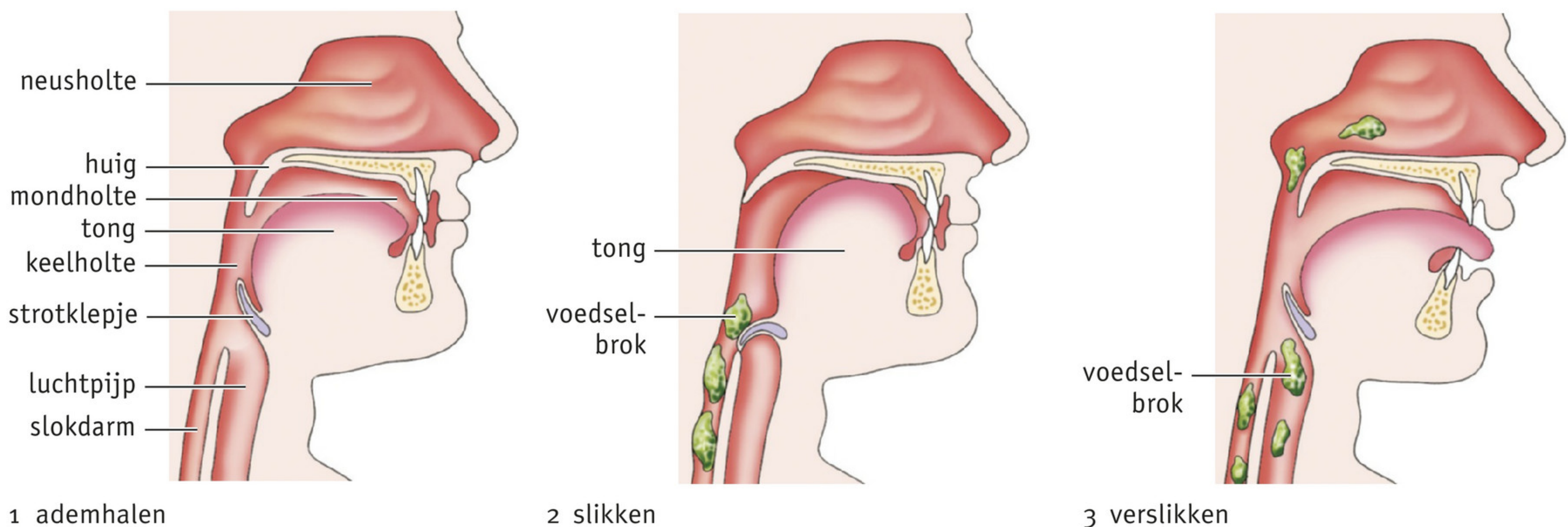
KEELHOLTE EN STROTENHOOFD

Ingeademde lucht gaat vanuit de neusholte of mondholte naar de **keelholte**. Vanuit de keelholte gaat de lucht naar de luchtpijp.

Wanneer je voedsel doorslikt, gaat dit voedsel vanuit de **mondholte** naar de keelholte. Vanuit de keelholte komt het voedsel in de slokdarm. Bij het slikken sluit het **strotklepje** de luchtpijp af en de **huig** de neusholte. Het voedsel kan daardoor niet vanuit de mondholte naar de neusholte en de luchtpijp (zie afbeelding 3.1). Het kan alleen naar de slokdarm (zie afbeelding 3.2).

Als je je verslikt, sluiten het strotklepje en de huig niet goed. Er komt dan toch voedsel in je neusholte of luchtpijp terecht (zie afbeelding 3.3). Dit gebeurt bijvoorbeeld als je eet of drinkt en tegelijkertijd in de lach schiet. Je gaat dan hoesten om het voedsel uit je luchtpijp te verwijderen.

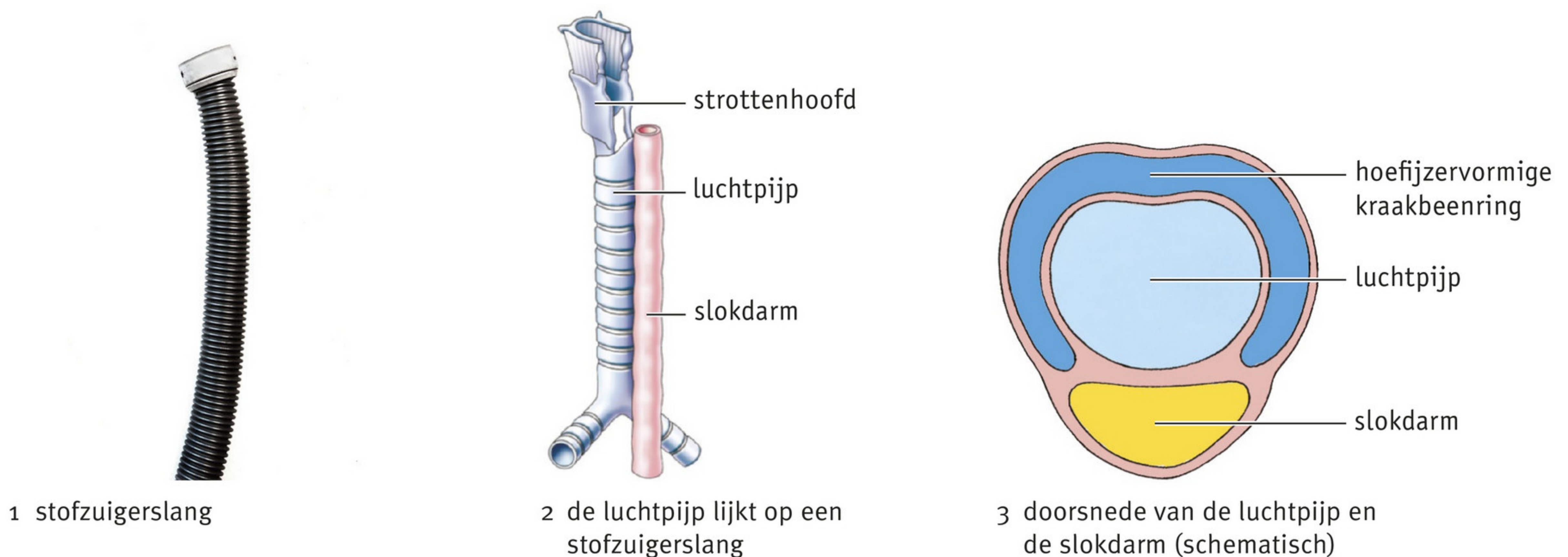
▼ **Afb. 3** Ademhalen, slikken en verslikken.



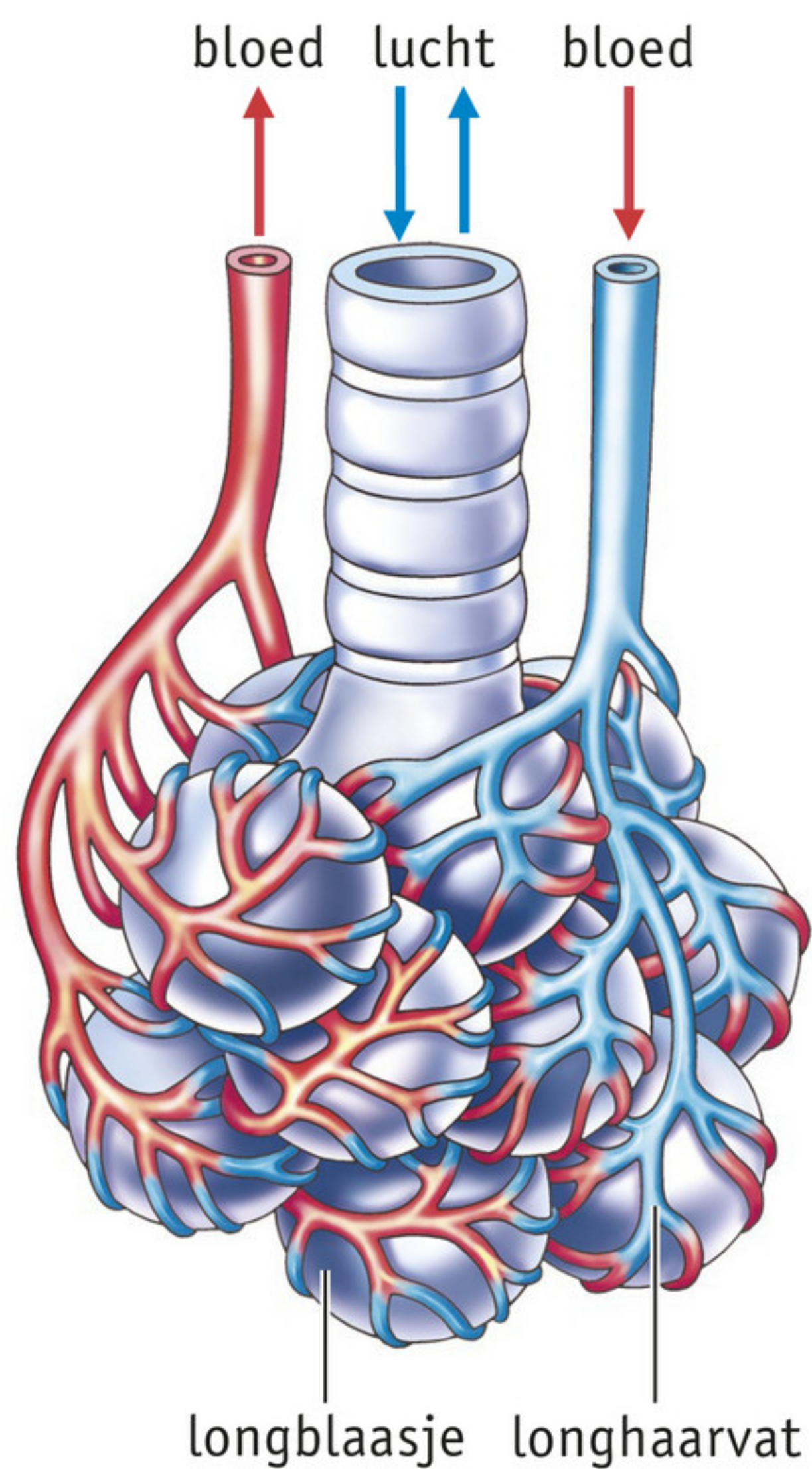
LUCHTPIJP EN BRONCHIËN

De **luchtpijp** is een holle buis (zie afbeelding 4). De luchtpijp staat altijd open doordat in de wand hoefijzervormige **kraakbeenringen** voorkomen. De luchtpijp kun je vergelijken met een stofzuigerslang. Ze zijn allebei soepel en beweegbaar, maar je kunt ze niet gemakkelijk indrukken. Achter de luchtpijp ligt de slokdarm (zie afbeelding 4.2).

▼ **Afb. 4** Luchtpijp en slokdarm.



▼ **Afb. 5** Longblaasje met longhaarvaten.



De luchtpijp splitst zich in twee takken: de **bronchiën**. Naar elke long gaat één bronchie. In de wand van de bronchiën zitten ook kraakbeenringen. De bronchiën vertakken zich in steeds dunnere buisjes: de **luchtpijptakjes**. In de wanden van de luchtpijptakjes zitten spiertjes. Die spiertjes trekken samen als de luchtwegen worden geprikkeld door bijvoorbeeld rook of kou. Daardoor worden de luchtwegen nauwer.

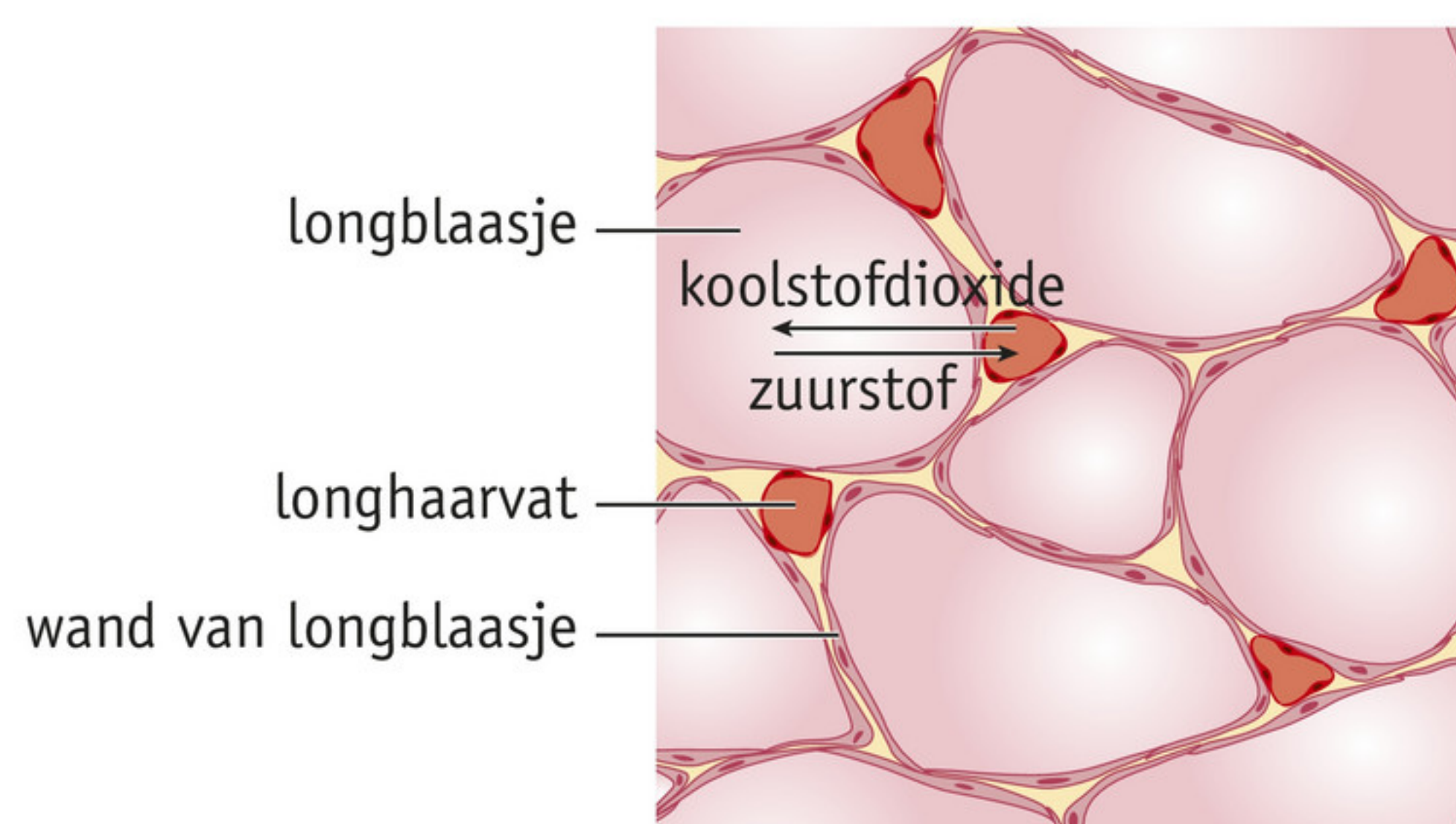
De binnenwand van de luchtpijp, de bronchiën en de luchtpijptakjes is bedekt met slijmvlies. Slijmproducerende cellen maken voortdurend slijm aan. De trilhaarcellen vervoeren dit slijm omhoog naar de keelholte. Daar slik je het slijm in. Als er te veel slijm in de luchtpijp zit, ga je hoesten.

LONGBLAASJES

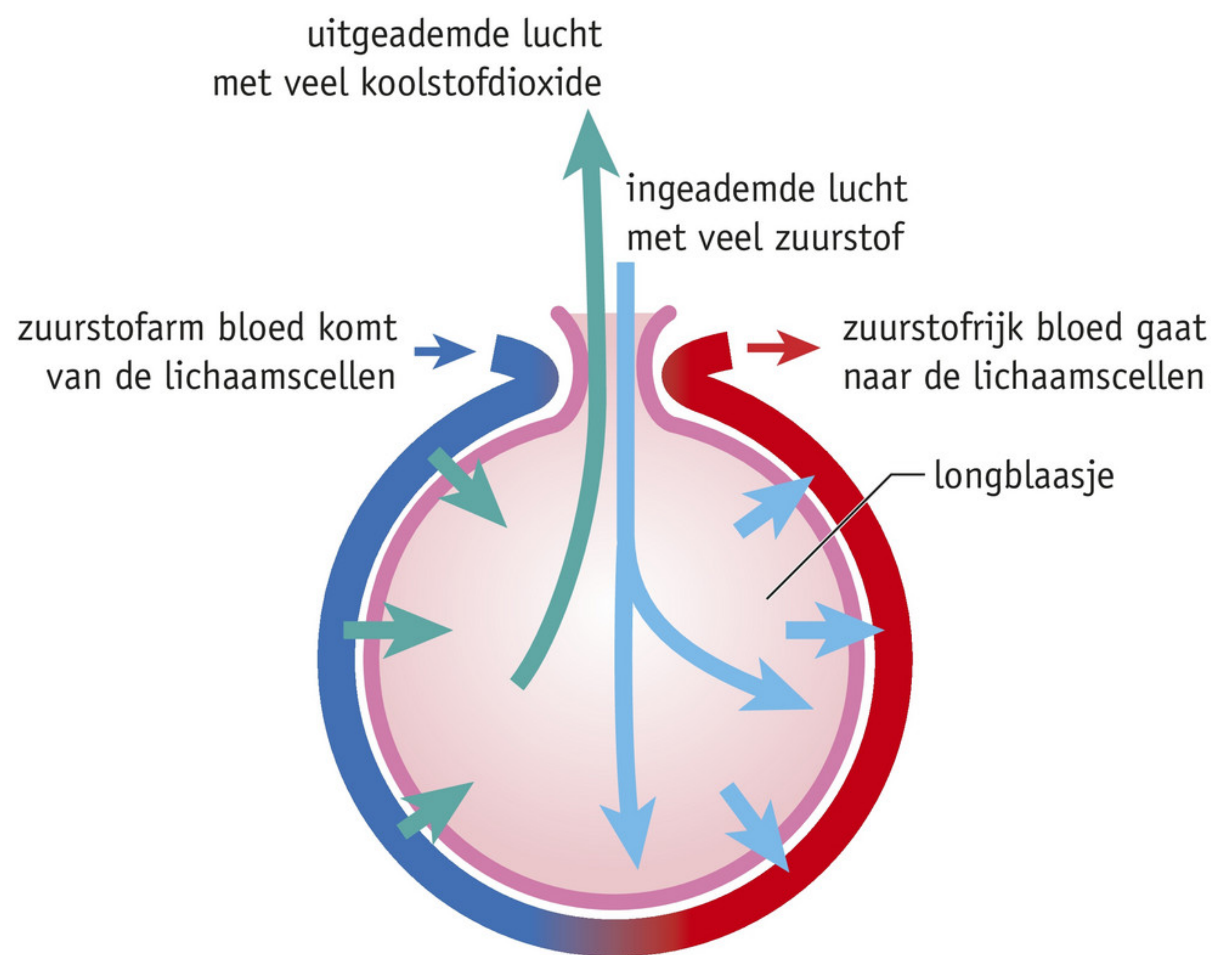
Aan het uiteinde van de luchtpijptakjes bevinden zich de **longblaasjes**. Om de longblaasjes zitten veel kleine bloedvaatjes: de **longhaarvaten** (zie afbeelding 5). Bloed dat naar de longblaasjes stroomt, bevat weinig zuurstof en veel koolstofdioxide.

De wanden van de longblaasjes en de longhaarvaten bestaan maar uit één laag cellen. Door deze dunne wanden kan zuurstof gemakkelijk vanuit een longblaasje naar het bloed gaan. Koolstofdioxide gaat gemakkelijk vanuit het bloed naar het longblaasje. Alle longblaasjes samen hebben ongeveer dezelfde oppervlakte als een half volleybalveld (70 tot 100 m²). Dankzij deze grote oppervlakte gaat het uitwisselen van zuurstof en koolstofdioxide nog sneller. Bloed dat van de longblaasjes wegstroomt, bevat veel zuurstof en weinig koolstofdioxide (zie afbeelding 6).

▼ **Afb. 6** Gaswisseling in de longen (schematisch).



1 dwarsdoorsnede van een stukje longweefsel



2 gaswisseling tussen longblaasje en longhaarvat

SAMENSTELLING VAN DE LUCHT

De samenstelling van de ingeademde lucht is anders dan die van de uitgeademde lucht (zie tabel 1). Zuurstof is nodig voor verbranding en wordt daarom opgenomen in je lichaam. Bij de verbranding ontstaan koolstof-dioxide en waterdamp. Bij de uitademing verlaten deze gassen het lichaam. Als je uitademt terwijl het koud is, zie je de uitgeademde waterdamp goed. De waterdamp in de uitgeademde lucht condenseert en je ziet heel veel kleine waterdruppels (zie afbeelding 7.1). De temperatuur van de ingeademde en uitgeademde lucht verschilt ook. Dat merk je bijvoorbeeld als je erg koude handen hebt. Je houdt je handen dan vlak voor je mond en verwarmt ze met de uitgeademde lucht (zie afbeelding 7.2).

WB OPDRACHT 1 T/M 12 BLZ. 64

WB PRACTICUM 1 BLZ. 87

▼ Tabel 1 Samenstelling van de lucht.

	Ingeademde lucht	Uitgeademde lucht
Gassen in de lucht:		
– stikstof	78%	78%
– zuurstof	21%	17%
– edelgassen	1%	1%
– koolstofdioxide	0,04%	4%
– waterdamp	weinig	veel
Temperatuur	lager dan 32 °C	32 °C

► Afb. 7 Uitademen.



1 uitgeademde lucht bevat veel waterdamp

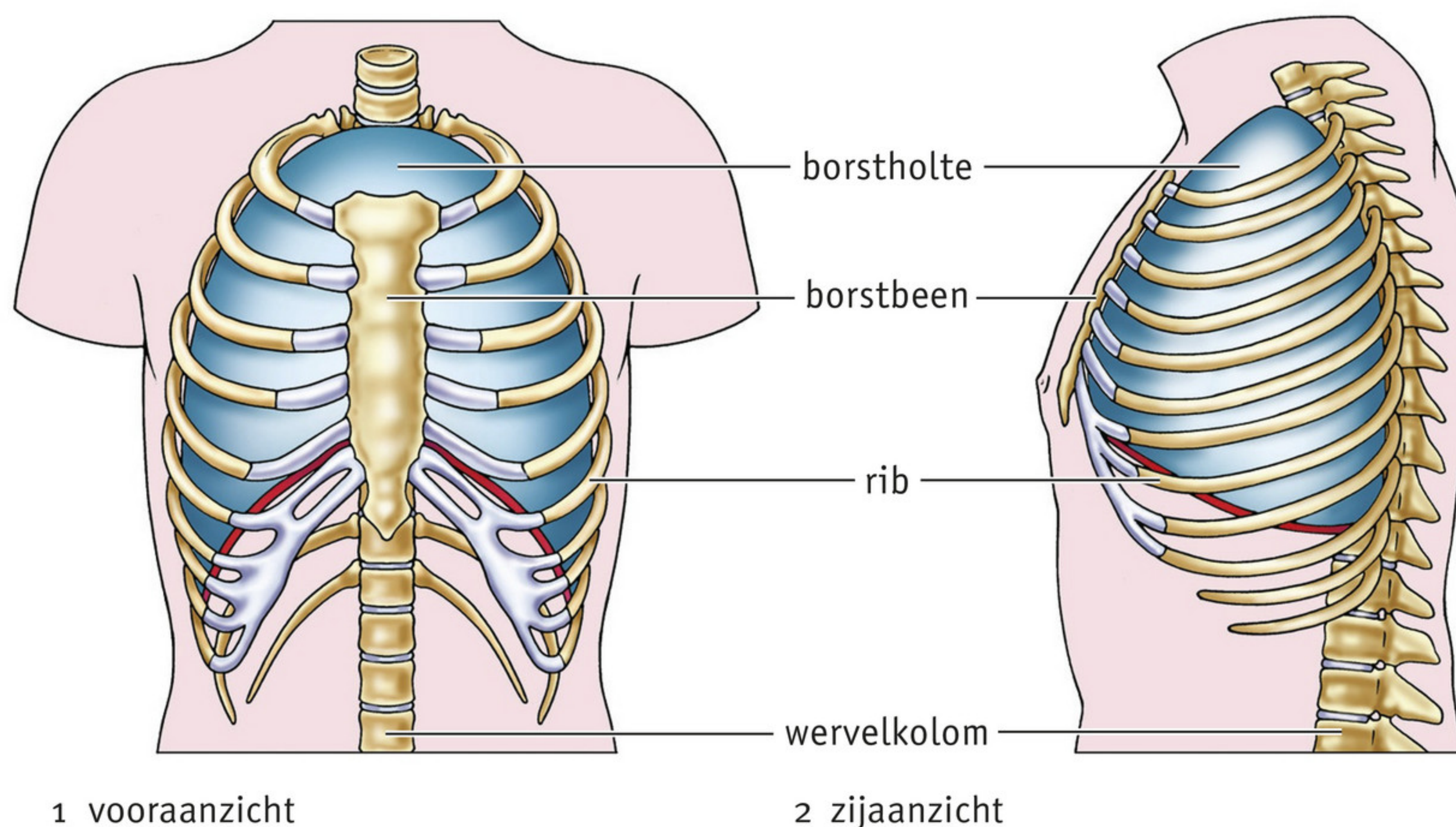


2 uitgeademde lucht is warm

2 Inademen en uitademen

Ademhalen doe je met je longen. Maar je hebt meer organen nodig voor de ademhaling.

► **Afb. 8** De borstholte (schematisch).



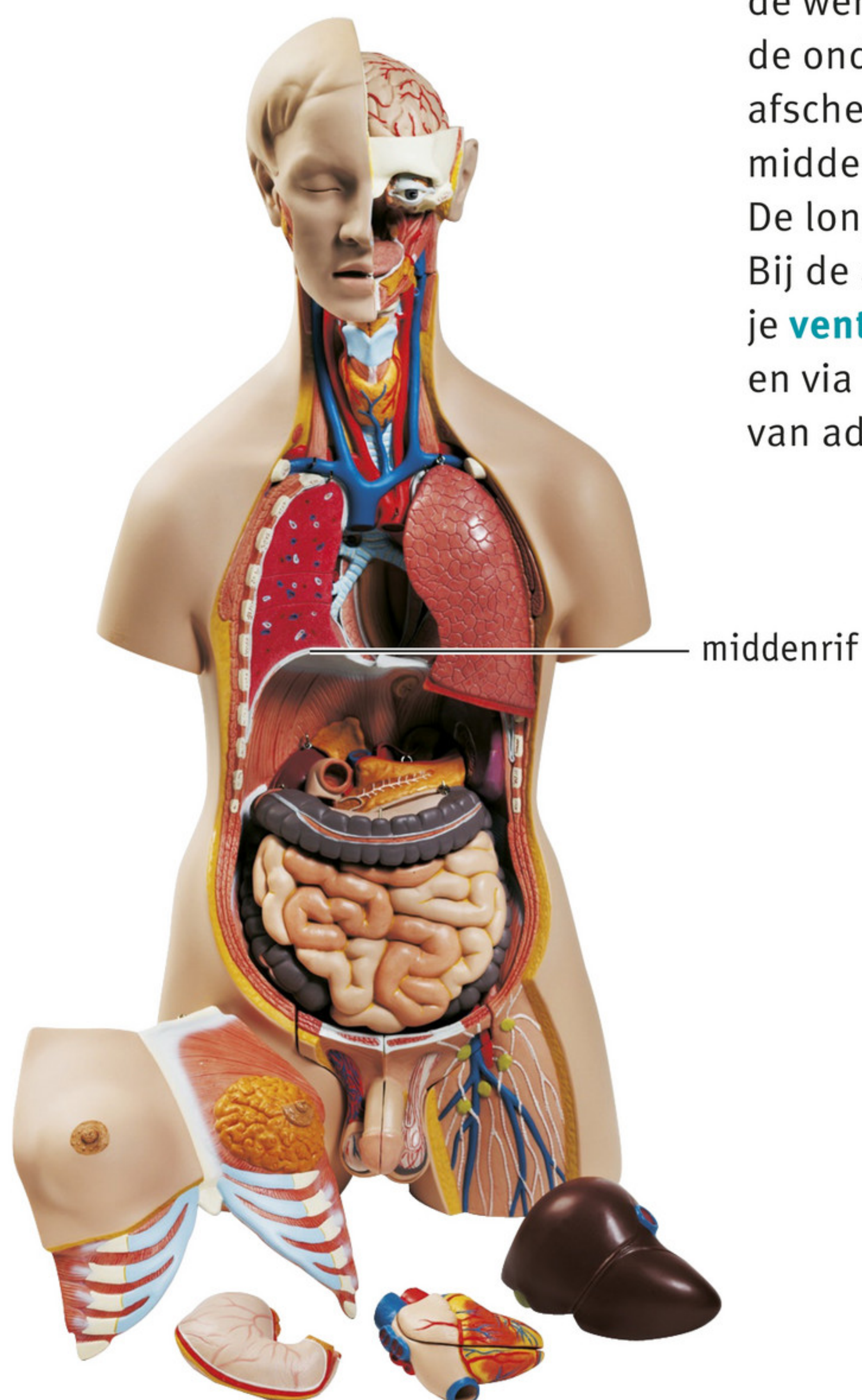
1 vooraanzicht

2 zijaanzicht

VENTILATIE

De longen liggen in de borstholte. De borstholte wordt gevormd door de wervelkolom met de ribben en het borstbeen (zie afbeelding 8). Aan de onderkant van de borstholte ligt het middenrif. Het middenrif is de afscheiding tussen de borstholte en de buikholte (zie afbeelding 9). Het middenrif bestaat uit spierpezen met daaromheen een rand van spierweefsel. De longen zitten vast aan de ribben, het borstbeen en het middenrif. Bij de ademhaling wordt de lucht in de longen voortdurend verversd. Dit noem je **ventilatie**. Je kunt op twee manieren in- en uitademen: via borstademhaling en via buikademhaling. Bij gewone ademhaling gebruik je beide manieren van ademhalen tegelijkertijd.

▼ **Afb. 9** Torso.

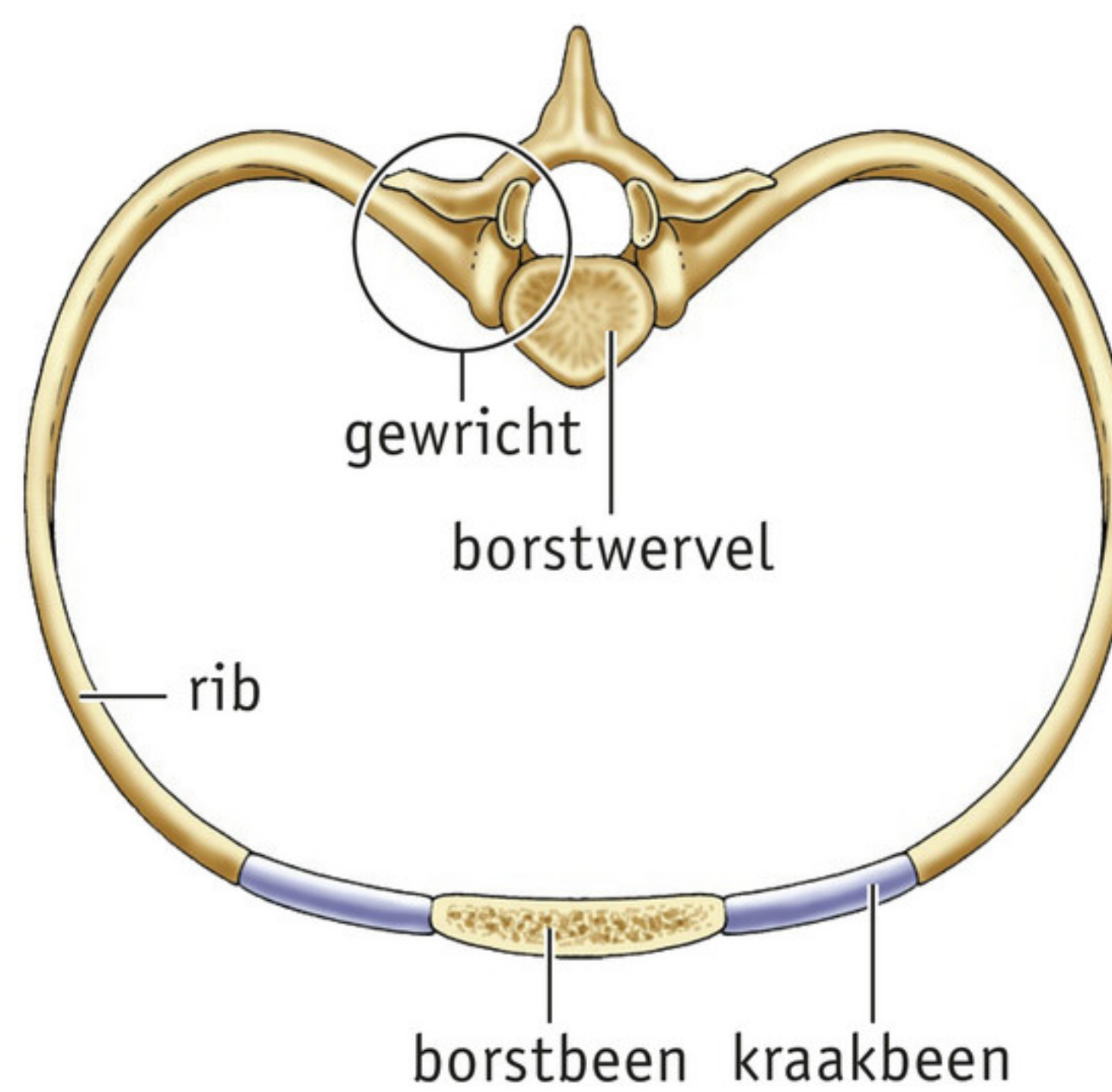


BORSTADEMHALING

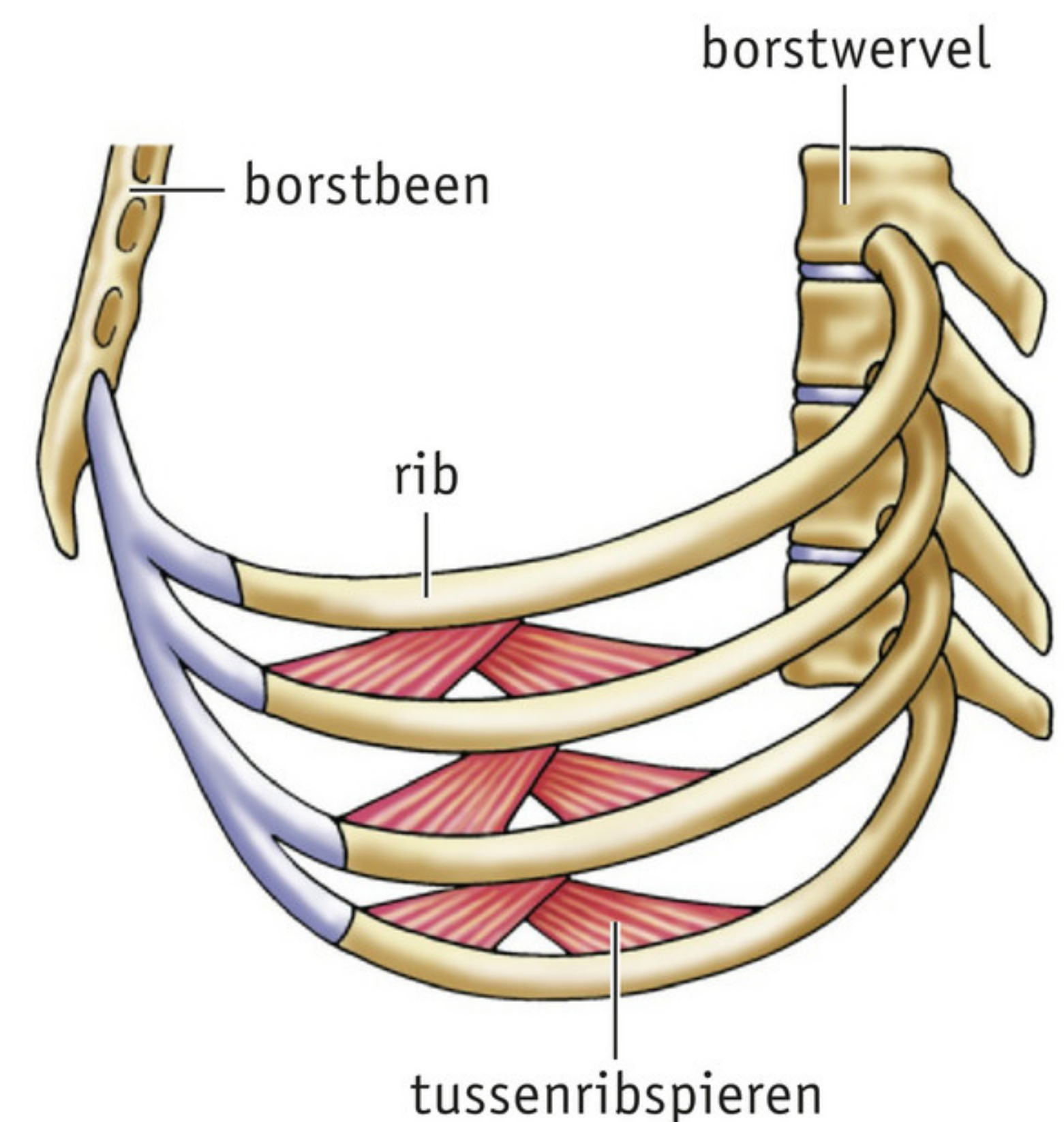
Bij **borstademhaling** adem je in en uit doordat de ribben en het borstbeen bewegen. De ribben zijn door gewrichten verbonden met de borstwervels. De ribben zitten aan het borstbeen vast met kraakbeen (zie afbeelding 10).

Dankzij de gewrichten en de kraakbeenverbinding kunnen de ribben en het borstbeen bewegen. Tussen de ribben zitten spieren: de **tussenribspieren** (zie afbeelding 11). Door het spannen en ontspannen van deze spieren gaan de ribben en het borstbeen bewegen.

▼ **Afb. 10** Verbinding tussen een borstwervel, ribben en het borstbeen.

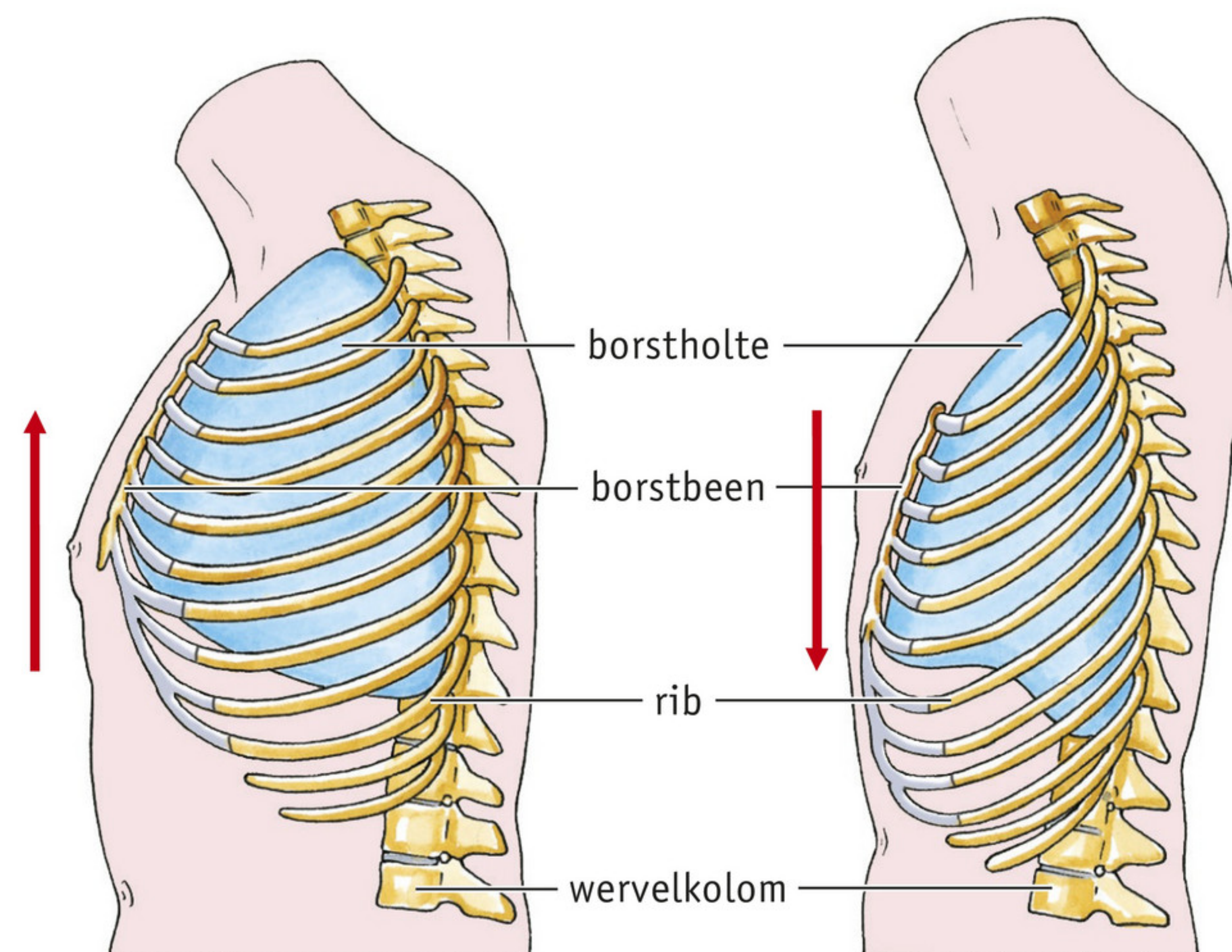


▼ **Afb. 11** Deel van de borstkas met tussenribspieren (schematisch).



Je ademt in als bepaalde tussenribspieren samentrekken. De ribben en het borstbeen bewegen daardoor omhoog en naar voren. De borstholte wordt dan groter (zie afbeelding 12.1). Doordat de longen vastzitten aan de ribben en het borstbeen, worden de longen ook groter. De lucht wordt dan in je longen gezogen: je ademt in. Bij een diepe inademing trekken ook spieren in je hals samen. Hierdoor gaan de ribben en het borstbeen nog verder omhoog en naar voren.

► **Afb. 12** Borstademhaling (schematisch).



1 stand van de ribben
na een inademing

2 stand van de ribben
na een uitademing

Je ademt uit als de tussenribspieren zich ontspannen. De ribben en het borstbeen zakken dan door hun eigen gewicht omlaag en naar achteren (zie afbeelding 12.2). De borstholte wordt dan kleiner. Het gevolg is dat de longen ook kleiner worden. De lucht wordt dan naar buiten geperst: je ademt uit. Bij een diepe uitademing trekken bepaalde tussenribspieren samen. Dat zijn andere tussenribspieren dan de spieren die voor de inademing zorgen. Hierdoor kan de borstholte nog kleiner worden gemaakt.

BUIKADEMHALING

Bij **buikademhaling** bewegen het middenrif en de buikwand.

Je ademt in als de **middenrifspieren** samentrekken. Hierdoor beweegt het middenrif omlaag. De borstholte wordt dan groter (zie afbeelding 13.1). Doordat de longen vastzitten aan het middenrif, worden de longen ook groter. Lucht wordt dan in de longen gezogen.

Als het middenrif omlaag beweegt, wordt de buikholte kleiner. De organen in de buikholte worden daardoor naar voren weggedrukt. Je voelt dan de buikwand naar voren komen.

Je ademt uit als de middenrifspieren zich ontspannen. De organen in de buikholte drukken het middenrif dan omhoog. Daardoor worden de borstholte en de longen kleiner (zie afbeelding 13.2). De lucht wordt uit de longen geperst. In de buikholte komt weer ruimte voor de organen. Daardoor beweegt de buikwand weer naar achteren.

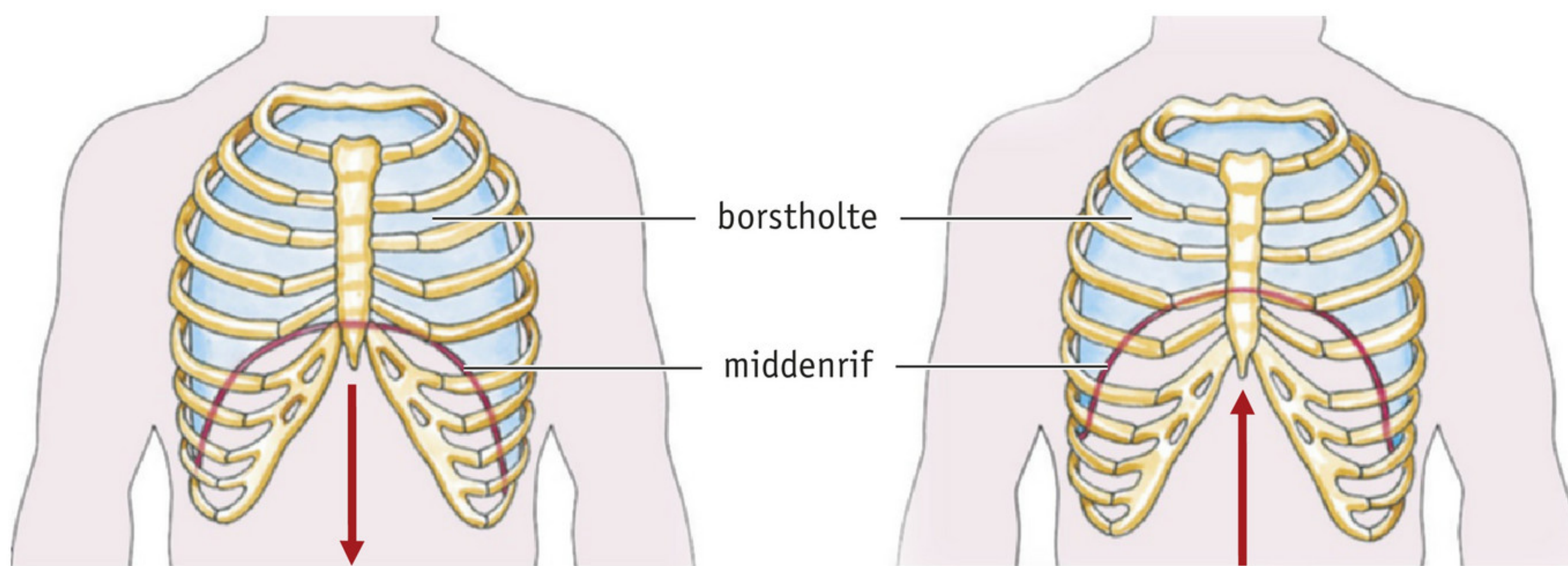
Als je blaast of zucht, trekken de buikspieren samen. Die buikspieren drukken dan de organen in je buikholte naar binnen. Daardoor drukken deze organen het middenrif nog verder omhoog.

Tijdens het sporten is borstademhaling belangrijk. Het helpt om de longen zo groot mogelijk te maken zodat je meer lucht kunt inademen.

WB OPDRACHT 13 T/M 22 BLZ. 71

WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 88 EN 89

▼ **Afb. 13** Buikademhaling (schematisch).



1 stand van het middenrif na een inademing

2 stand van het middenrif na een uitademing

3 Aandoeningen aan longen en luchtwegen

▼ **Afb. 14** Medicijnen innemen met een inhalator.



Veel jongeren doen aan voetbal. Sommige spelers nemen in de rust of na de wedstrijd medicijnen in met een inhalator (zie afbeelding 14). Dat zijn medicijnen tegen klachten aan de luchtwegen. Zo'n tien procent van alle jongeren heeft daar last van. Gemiddeld heeft elk voetbalteam dus één speler met klachten aan de luchtwegen.

LUCHTKWALITEIT

Meestal adem je geen zuivere lucht in. In de lucht komen bijvoorbeeld bacteriën, sporen en stuifmeelkorrels voor. De lucht kan ook verontreinigd zijn met fijnstof en bepaalde gassen. Als je rookt, adem je tijdens het roken veel schadelijke stoffen in (zie afbeelding 15).

Mensen met een aandoening aan de luchtwegen zijn extra gevoelig voor verontreiniging in de lucht. Ze zijn snel benauwd en moeten vaak hoesten. Astma en COPD zijn bekende luchtwegaandoeningen. Beide aandoeningen hebben te maken met ontstekingen van het ademhalingsstelsel. De verschijnselen van deze ziekten lijken erg op elkaar, maar de oorzaken zijn heel verschillend. Bij astma speelt erfelijke aanleg een belangrijke rol. Bij COPD zijn de longen beschadigd door het inademen van schadelijke stoffen.

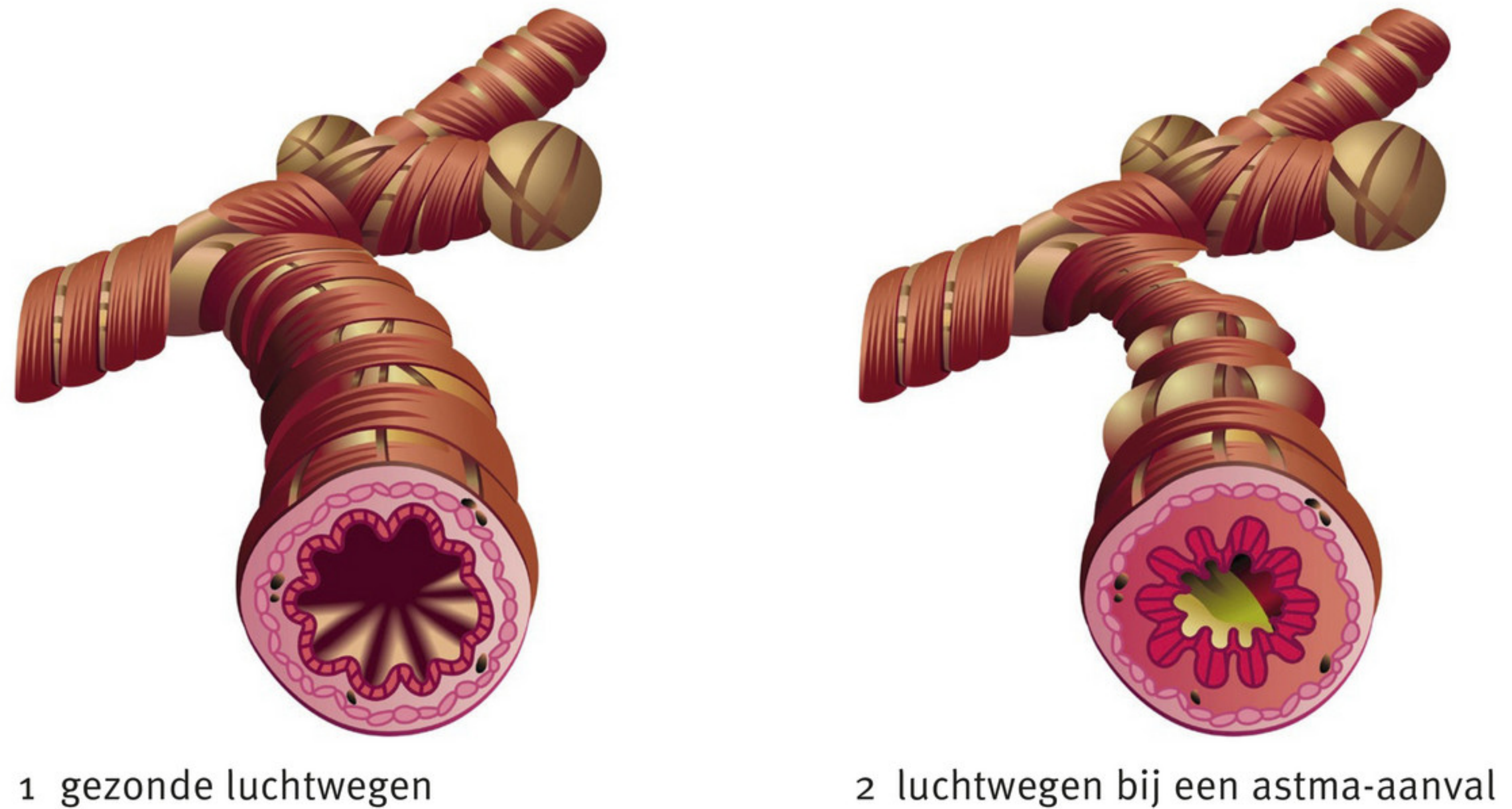
► **Afb. 15** Stoffen in tabaksrook.



ASTMA

Bij **astma** zijn de bronchiën ontstoken. Astma geeft niet elke dag klachten, maar gaat nooit over. De ontstekingen zijn blijvend. Bij astma kun je plotseling benauwd worden. Dit noem je een astma-aanval. Een astma-aanval is vaak een reactie op inspanning of op het inademen van huidschilfers van huisdieren, huisstofmijt, uitlaatgassen of tabaksrook. De spiertjes in de wand van de luchtwegen trekken dan samen (zie afbeelding 16). Bovendien kan het slijmvlies in de luchtwegen verdikt zijn. Hierdoor worden de luchtwegen nauwer. Het ademen gaat dan moeilijker. Er komt minder verse lucht in de longen.

- **Afb. 16** Het verschil tussen gezonde luchtwegen en luchtwegen bij een astma-aanval.



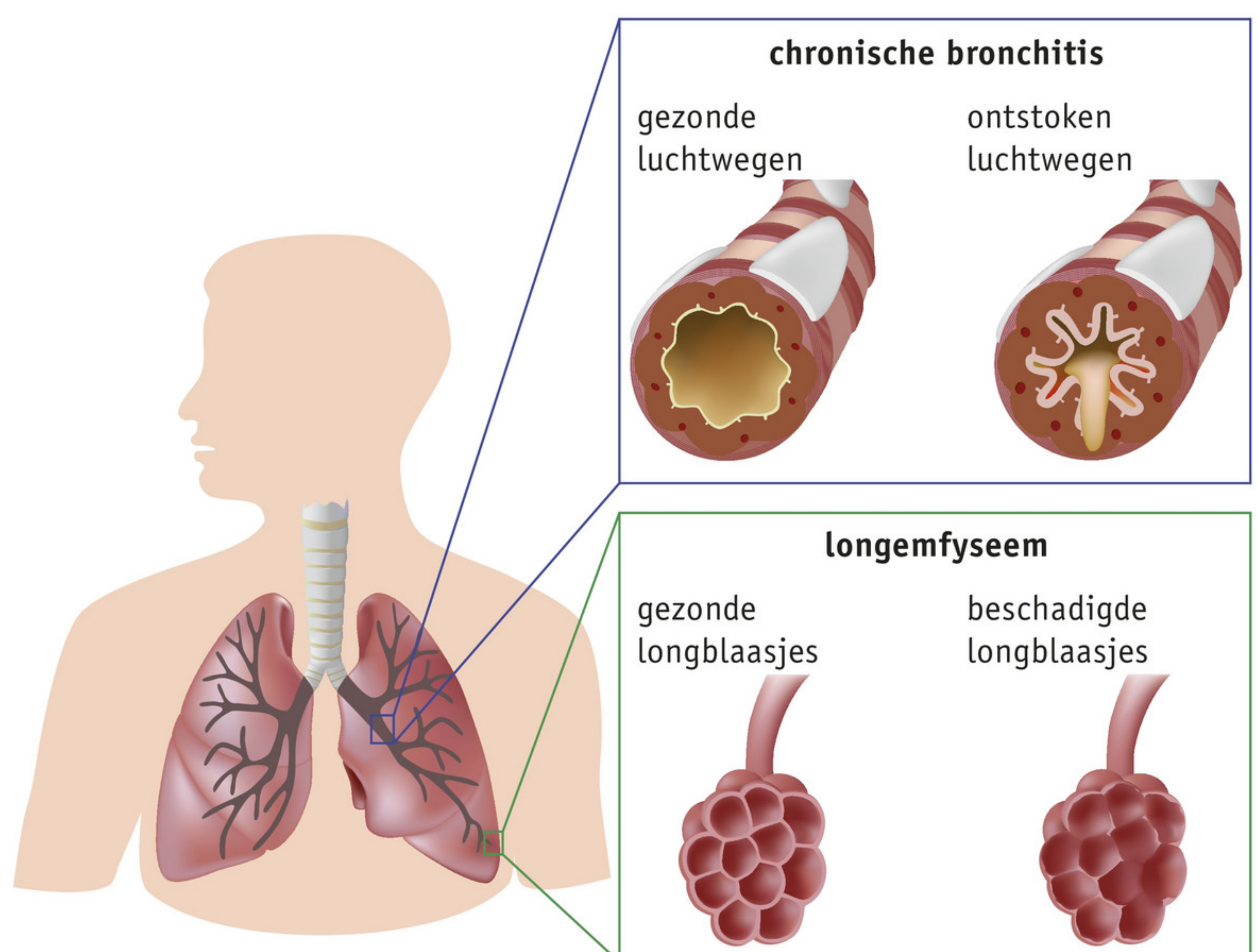
COPD

Bij **COPD** zijn de longen beschadigd. Daardoor gaat ademen moeilijker. Een gezonde volwassene heeft per dag ongeveer tienduizend liter zuurstof nodig. Een COPD-patiënt neemt per dag soms maar vijfduizend liter op. Als gevolg daarvan hebben COPD-patiënten minder energie dan gezonde mensen. COPD kan niet genezen. Roken is de belangrijkste oorzaak van COPD.

COPD is de verzamelnaam voor chronische bronchitis en longemfyseem (zie afbeelding 17). Bij **chronische bronchitis** zijn de bronchiën ontstoken. Daardoor wordt er meer slijm gemaakt. Hierdoor zijn de bronchiën blijvend vernauwd.

Bij **longemfyseem** zijn de wanden van de longblaasjes beschadigd. Een trosje longblaasjes verandert daardoor in één groot, slap longblaasje. Kapotte longblaasjes geven minder zuurstof af aan het bloed. Longblaasjes die kapot zijn, herstellen niet meer.

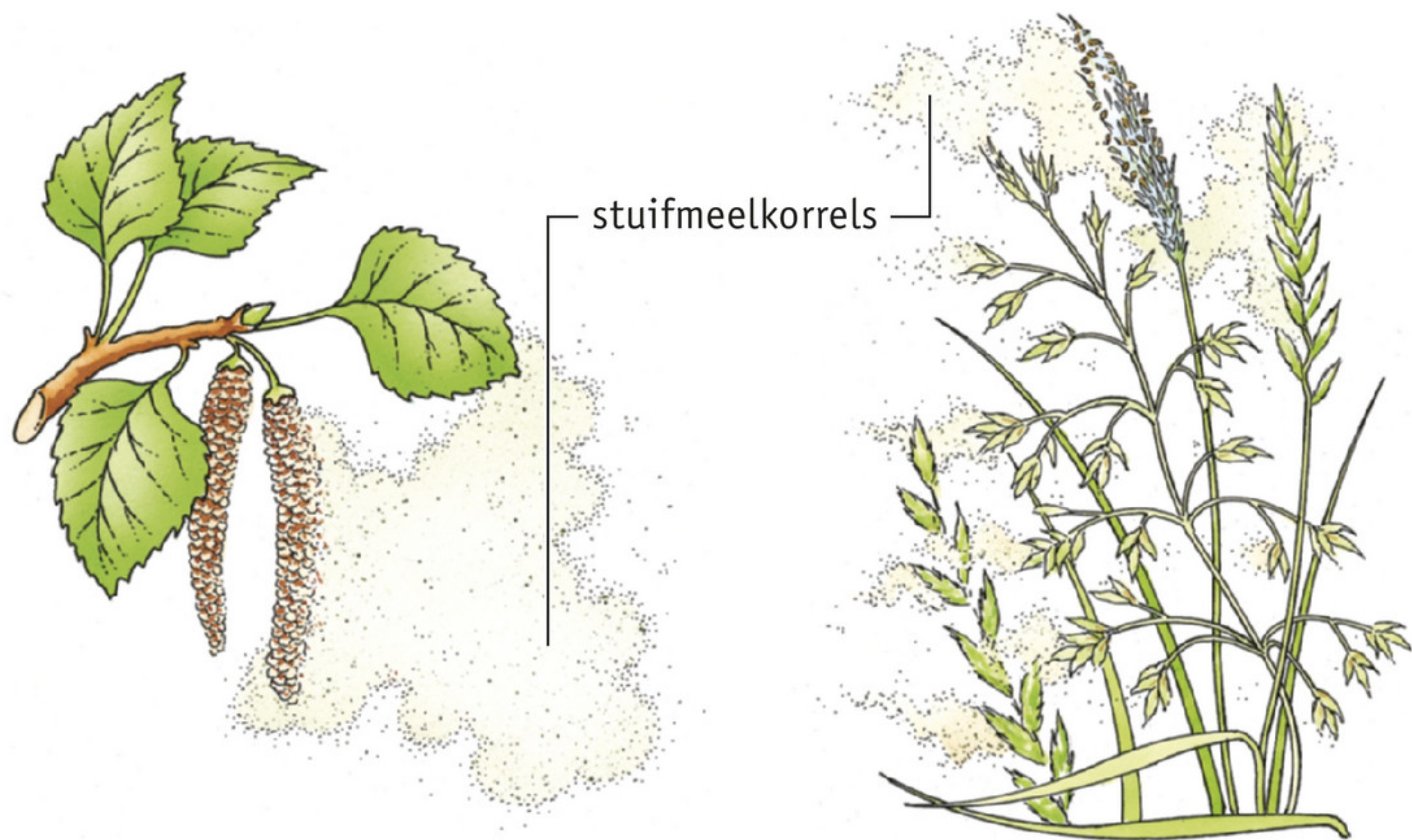
- **Afb. 17** Chronische bronchitis en longemfyseem.



HOOIKOORTS

In de lucht die je inademt, kunnen stuifmeelkorrels voorkomen. Het stuifmeel wordt door de wind meegenomen (zie afbeelding 18). De stuifmeelkorrels die je inademt, blijven kleven aan het slijmvlies in je luchtwegen. Sommige mensen kunnen niet tegen stuifmeel. Ze hebben last van **hooikoorts** (zie afbeelding 19).

► Afb. 18 Stuifmeel.



1 vooral in het voorjaar: stuifmeel van bomen (katjesdragers)

2 vooral in de zomer: stuifmeel van onder andere grassen

▼ Afb. 19

Stuifmeel vermijden

Hooikoortsinformatie

Op zonnige en winderige dagen zit er veel stuifmeel (pollen) in de lucht. Het vermijden van stuifmeel is de beste oplossing tegen hooikoorts. Op www.pollennieuws.nl kun je gratis een app downloaden. Je kunt daarop per dag zien hoeveel stuifmeel er in de lucht zit en wat de hooikoortsverwachting is.

Pollenkalender

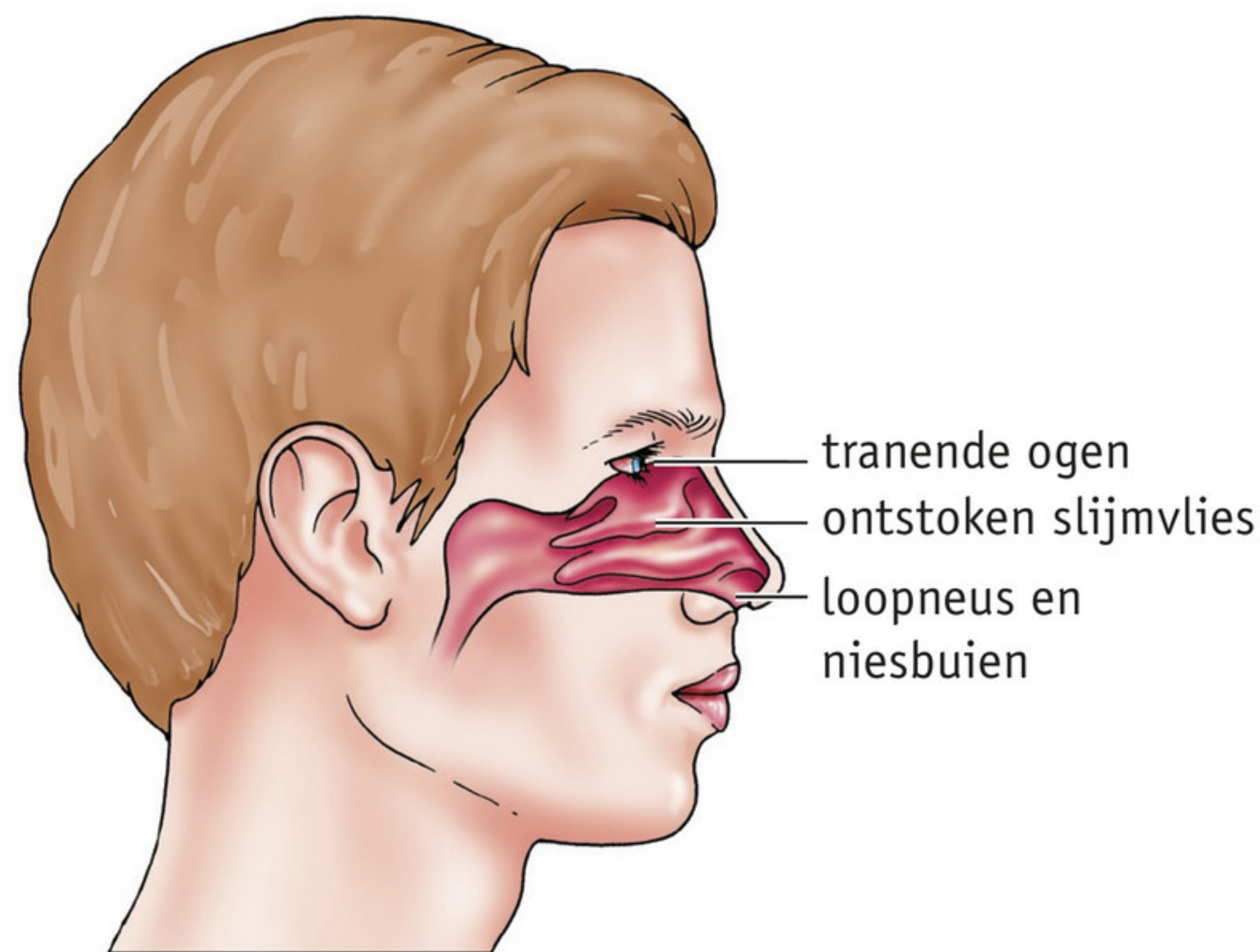
Op een pollenkalender zie je wanneer stuifmeelkorrels in de lucht zitten (zie het voorbeeld hiernaast). Je ziet ook welke planten dit stuifmeel afgeven. Veel mensen hebben vooral klachten als er stuifmeel van gras in de lucht zit. In juni en juli hebben deze mensen veel klachten. Maar er zijn ook mensen die alleen gevoelig zijn voor stuifmeel van bijvoorbeeld de els. Zij hebben last van hooikoorts in februari en maart.

	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Hazelaar												
Els												
Berk												
Eik												
Zwenkgras												
Roodzwenkgras												
Vossenstaart												
Rogge												
Gewoon struisgras												
Kropaar												
Veldbeemdgras												
Witbol												
Raaigras												
Timotheegras												
Reukgras												
Ambrosia												
Zuring												
Ganzenvoet												
Smalle weegbree												
Brandnetel												
Bijvoet												

Legenda: voor-/naseizoen hoofdseizoen

De stuifmeelkorrels prikkelen het slijmvlies van de luchtwegen en van de binnenkant van de oogleden. Hierdoor ontstaat een branderig of jeukend gevoel in neus, keel en ogen (zie afbeelding 20). Mensen met hooikoorts moeten vaak niezen.

► **Afb. 20** De ziekteverschijnselen bij hooikoorts.



ALLERGIE

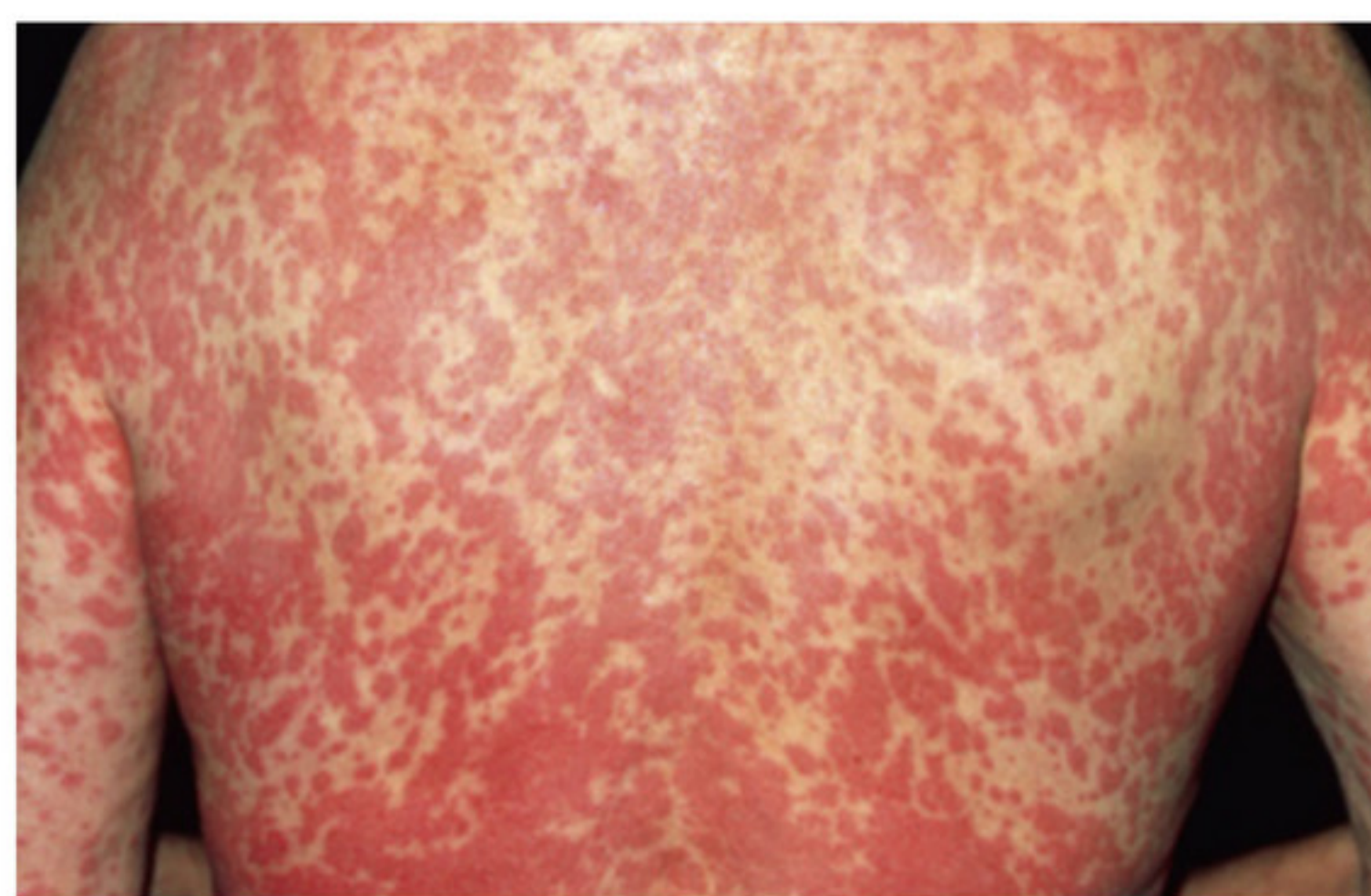
Bij een **allergie** reageert je lichaam heel sterk op een bepaalde stof. Als je die stof inademt of opeet, krijg je **allergische reacties**. Allergische reacties komen ook voor als de huid of slijmvliesen in aanraking komen met zo'n stof. Huiduitslag, een branderig gevoel, gezwollen ogen, jeuk, ontstekingen en astma zijn voorbeelden van allergische reacties (zie afbeelding 21). Hooikoorts is een allergie die veel voorkomt.

Je kunt voor allerlei stoffen allergisch zijn. Bijvoorbeeld voor uitwerpselen van de huisstofmijt, huidschilfers van dieren, bepaalde stoffen in het voedsel, bepaalde chemicaliën en stoffen in make-up.

Huisstofallergie wordt meestal veroorzaakt door de uitwerpselen van de huisstofmijt (zie afbeelding 22). Dit is een spinachtig diertje. Je ziet ze niet, want ze zijn kleiner dan een millimeter. Huisstofmijten komen overal in huis voor, maar vooral op warme en vochtige plaatsen.

WB OPDRACHT 23 T/M 28 BLZ. 76

▼ **Afb. 21** Huiduitslag door allergie.



▼ **Afb. 22** Huisstofmijt.



4

Gaswisseling bij dieren

▼ **Afb. 23** Reptielen en zoogdieren die in het water leven, moeten regelmatig naar het wateroppervlak om adem te halen.



1 schildpad



2 walvis

Een walvis die uitademt, spuit een fontein van waterdruppeltjes naar buiten. De grote druppels zijn afkomstig van water dat mee omhoog wordt gespoten tijdens de uitademing. De kleine waterdruppeltjes ontstaan doordat de waterdamp in de uitgeademde lucht condenseert. Je ziet dit ook als je uitademt tegen een koud raam of een spiegel.

LONGEN

Zoogdieren, vogels en reptielen halen alleen adem met longen. Zoogdieren en reptielen die in het water leven, halen ook uitsluitend adem met longen. Daarom moeten deze dieren regelmatig naar het wateroppervlak komen om adem te halen (zie afbeelding 23).

Reptielen zijn koudbloedig. Koudbloedige dieren maken geen lichaamswarmte. Ze hebben daarom in verhouding minder zuurstof nodig dan zoogdieren en vogels. Daarom is bij reptielen de inwendige oppervlakte van de longen in verhouding kleiner dan bij zoogdieren en vogels.

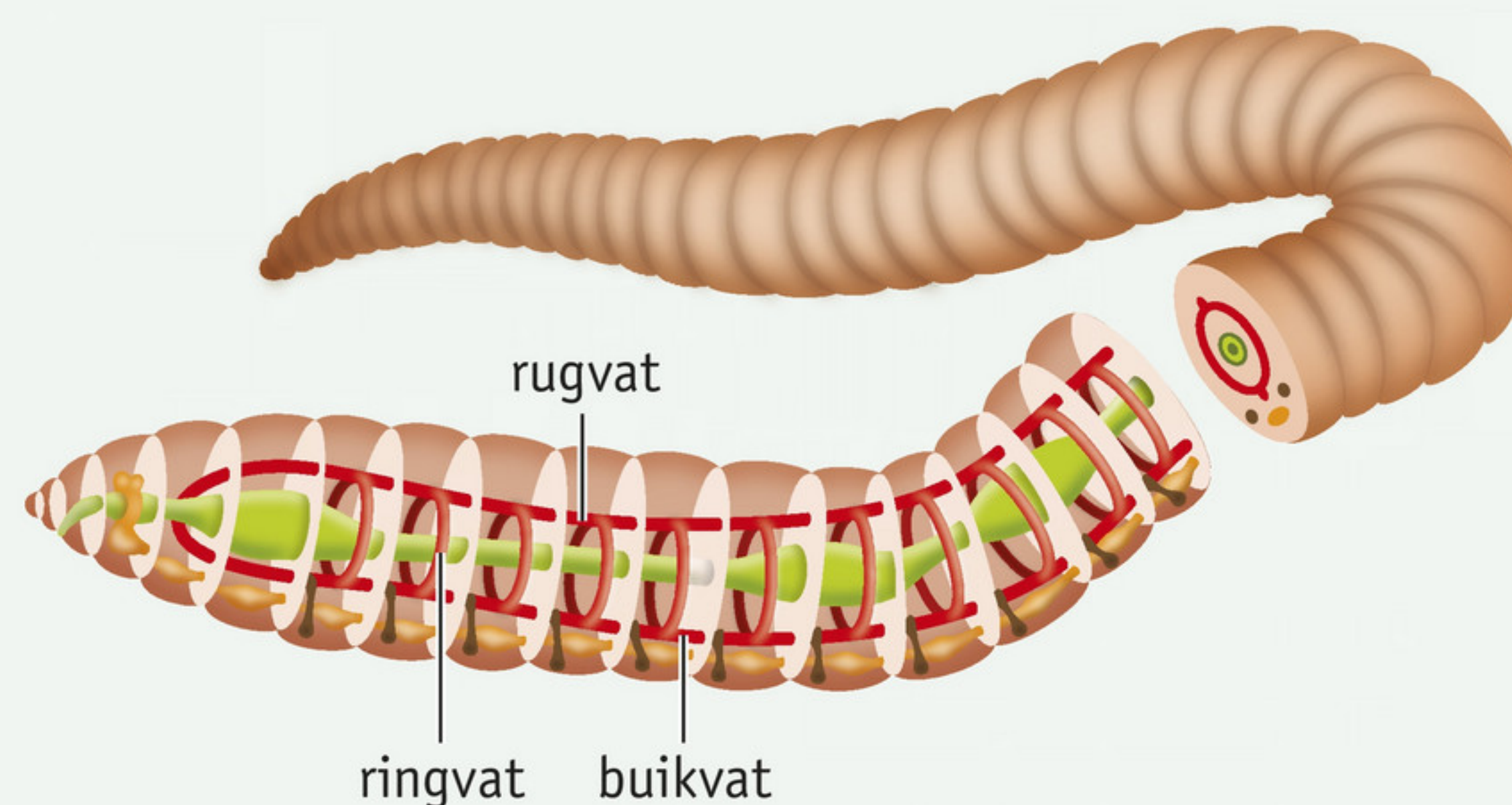
Amfibieën zoals kikkers en salamanders hebben ook longen. Net als reptielen zijn amfibieën koudbloedig. Amfibieën hebben in verhouding minder zuurstof nodig dan vogels en zoogdieren. Die zuurstof nemen ze voor een deel op via de longen. Maar amfibieën halen ook adem met de huid. De huid van amfibieën is bedekt met een slijmlaag. Onder de huid stromen veel kleine bloedvaatjes. Via de huid nemen amfibieën zuurstof op uit de lucht en geven er koolstofdioxide aan af. Doordat amfibieën ademhalen door de huid, zijn de longen nog eenvoudiger gebouwd dan de longen van reptielen. Jonge amfibieën hebben geen longen, maar kieuwen. Als ze volwassen worden, ontwikkelen de longen zich.

Er zijn ook dieren die geen ademhalingsorganen hebben, zoals de regenworm (zie afbeelding 24).

Regenworm

Ademhalen zonder speciale ademhalingsorganen?

Het lijkt moeilijk, maar het kan. De regenworm is een voorbeeld van een dier dat geen speciale ademhalingsorganen heeft. Zuurstof wordt opgenomen via de huid. Dat kan alleen als de huid vochtig is. Daarna wordt de zuurstof opgenomen in het bloed. Regenwormen hebben twee grote bloedvaten die door het hele lichaam lopen. Aan de bovenkant loopt een rugvat. Hier stroomt het bloed door naar voren. Aan de onderkant loopt een buikvat. Dat brengt het bloed naar achteren. Zo komt de zuurstof in alle delen van het lichaam. Het bloedvat en het rugvat zijn met elkaar verbonden door kleine bloedvaten: de ringvaten.

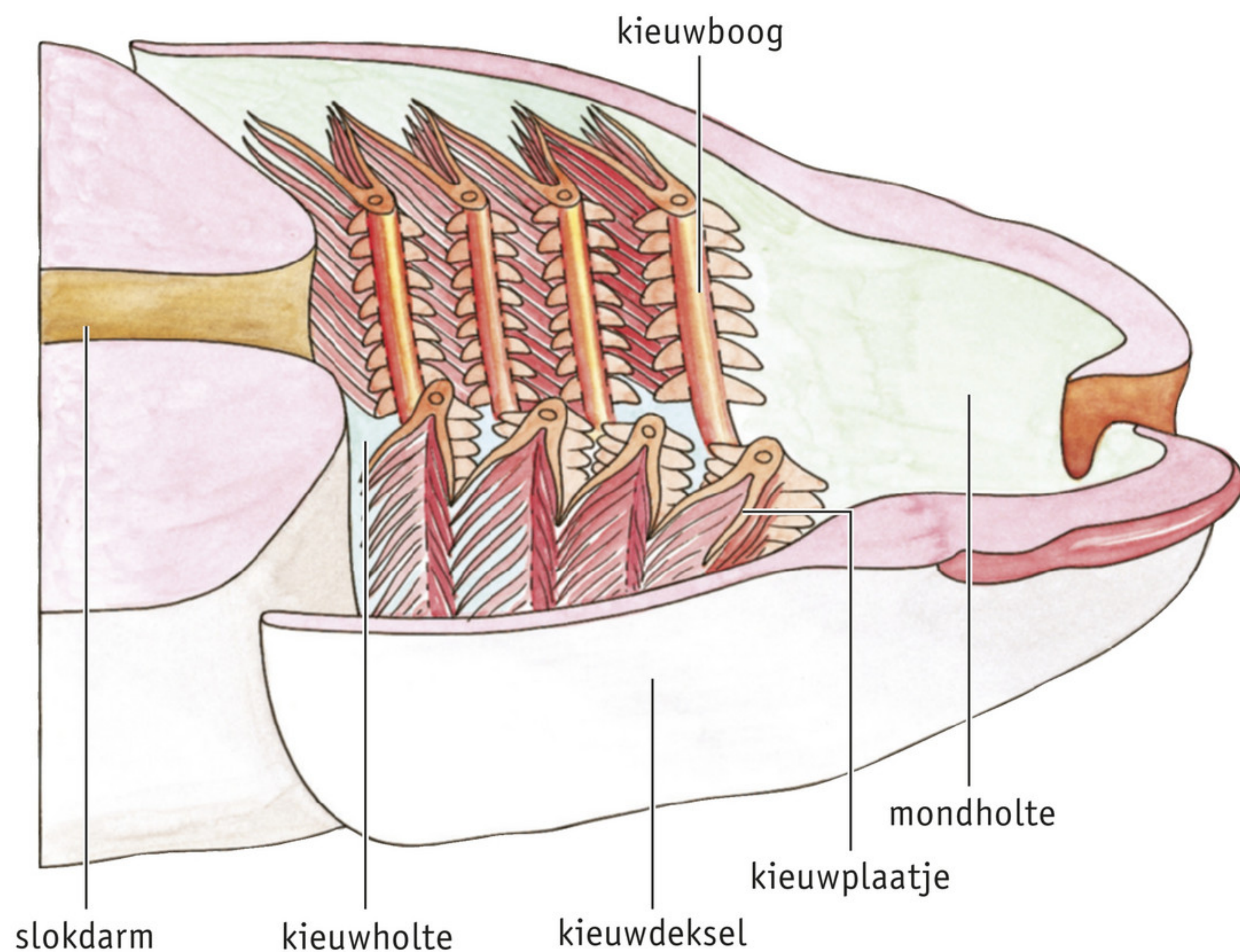


bloed vervoert zuurstof door het lichaam van een regenworm

KIEUWEN

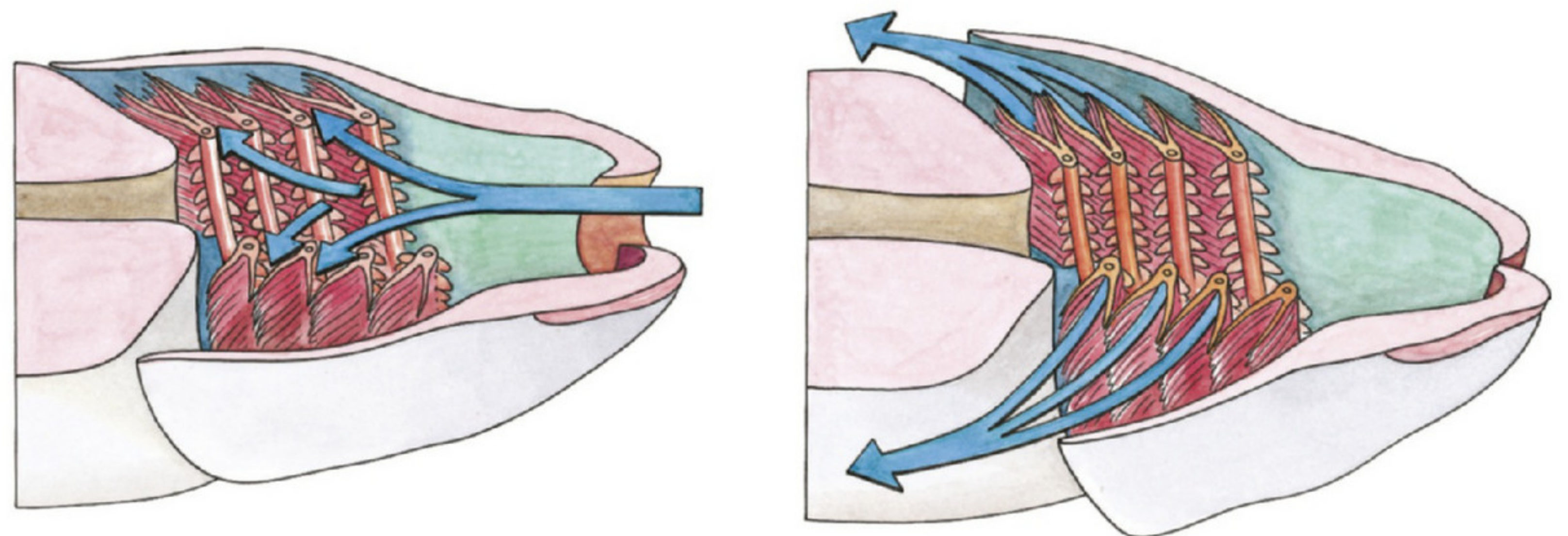
Bij een vis liggen de **kieuwen** vlak achter de kop in de kieuwholten (zie afbeelding 25). De kieuwholten zijn bedekt door kieuwdeksels. Elke kieuw bestaat uit een kieuwboog met daarop een groot aantal kieuwplaatjes. In de kieuwplaatjes liggen veel kleine bloedvaten (haarvaten). Samen hebben de kieuwplaatjes een grote oppervlakte. Hierdoor kunnen vissen voldoende zuurstof in het bloed opnemen en koolstofdioxide aan het water afgeven.

► **Afb. 25** De kieuwen van een vis (schematisch).



Een vis ververst het water in de kieuwholten voortdurend. Als de bek van de vis opengaat, stroomt water de mondholte in (zie afbeelding 26.1). Daarna sluit de vis de bek en beweegt de mondbodem omhoog. Daardoor wordt het water in de kieuwholten geperst. Het water stroomt tussen de kieuwplaatjes door. Zuurstof uit het water wordt opgenomen in het bloed. Koolstofdioxide uit het bloed wordt afgegeven aan het water. Het water verlaat de vis doordat de kieuwdeksels opengaan (zie afbeelding 26.2). Hierna gaan de kieuwdeksels weer dicht en de bek weer open. Vervolgens stroomt er opnieuw water in de mondholte.

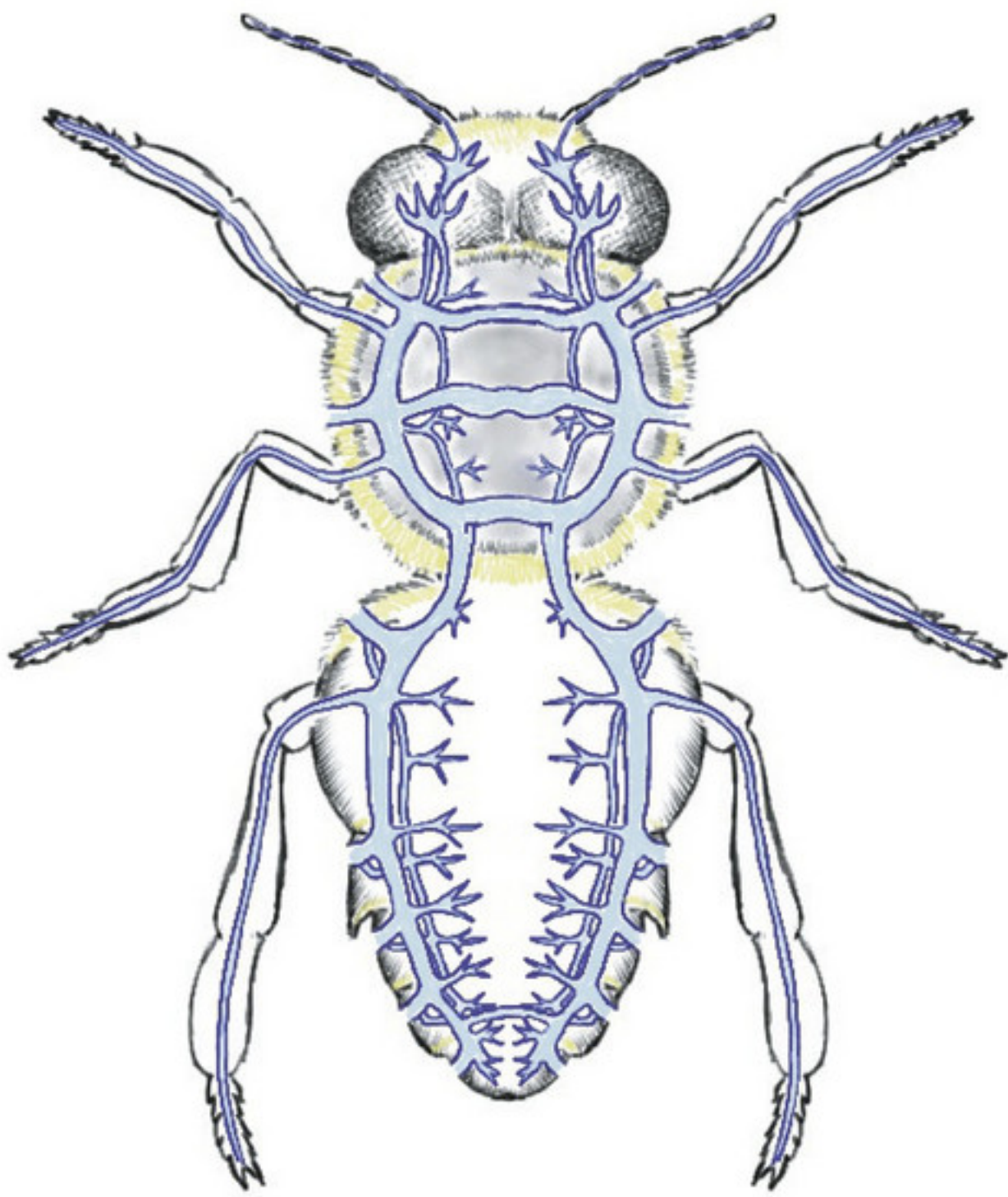
► **Afb. 26** Ademen met kieuwen (schematisch).



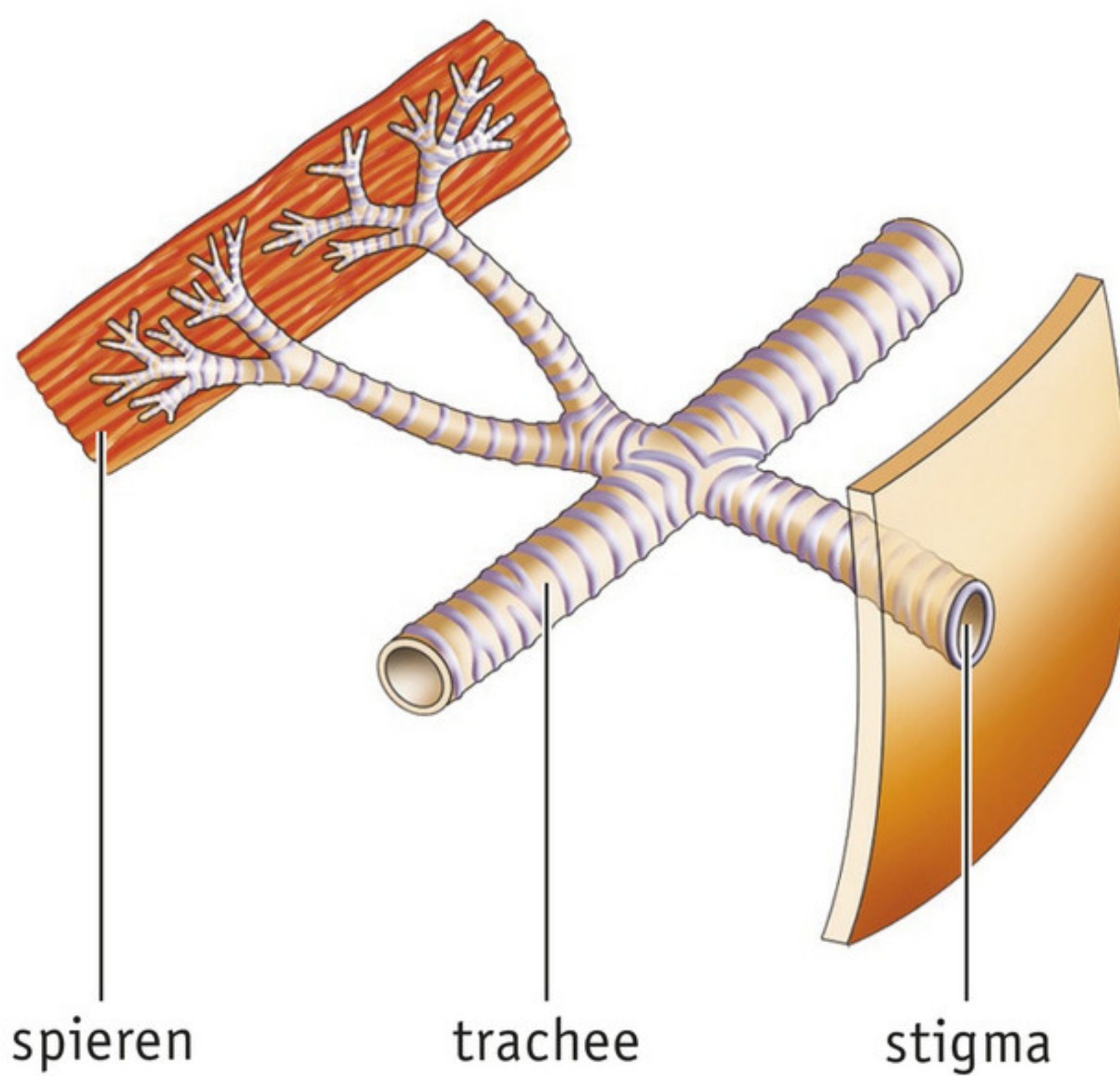
1 de bek is open en de kieuwdeksels zijn gesloten: water stroomt de mondholte in

2 de bek is dicht en de kieuwdeksels zijn open: water stroomt langs de kieuwen naar buiten

▼ **Afb. 27** Tracheeën bij een insect (schematisch).



1 tracheënstelsel



2 trachee met vertakkingen

TRACHEEËN

Insecten hebben **tracheeën**. Dat zijn sterk vertakte luchtbuizen in het insectenlichaam (zie afbeelding 27). Via openingen aan de zijkant van het lichaam komt lucht in de tracheeën. Deze openingen heten **stigma's** (zie afbeelding 28). De kleinste vertakkingen van de tracheeën eindigen overal in het lichaam. Daardoor komt lucht met zuurstof overal in het lichaam terecht. Alle vertakkingen samen hebben een grote oppervlakte. Daardoor gaat de gaswisseling snel. Zuurstof wordt vanuit de tracheeën opgenomen in de cellen van het insect. Koolstofdioxide wordt vanuit de cellen afgestaan aan de lucht in de tracheeën.

Bij veel soorten insecten komen stigma's vooral in het achterlijf voor. Met het achterlijf maakt het insect pompende bewegingen. Op deze manier ververst het insect de lucht in de tracheeën.

WB PRACTICUM 4 BLZ. 90

▼ **Afb. 28** Stigma's bij een insect.

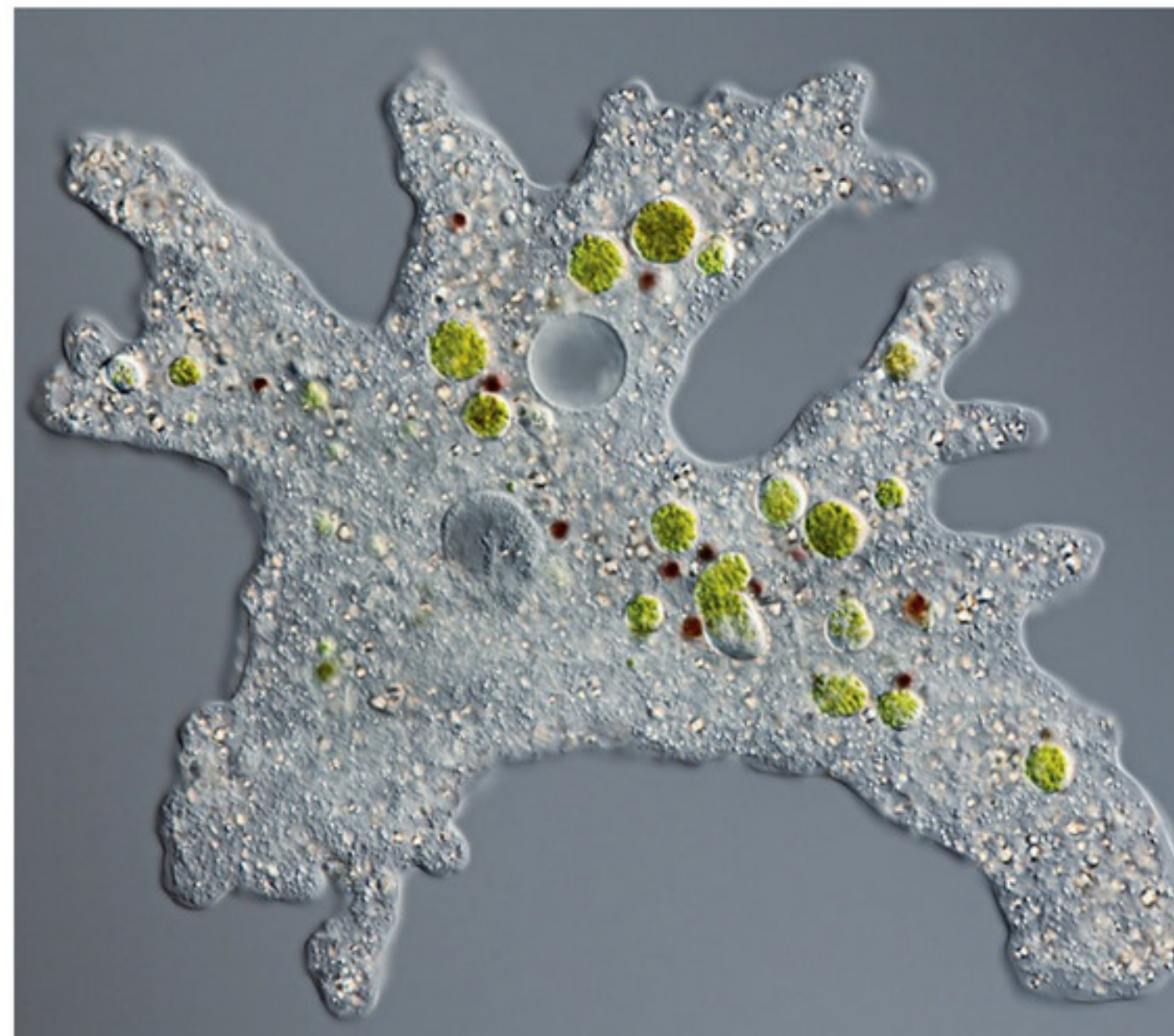


EENCellige DIEREN

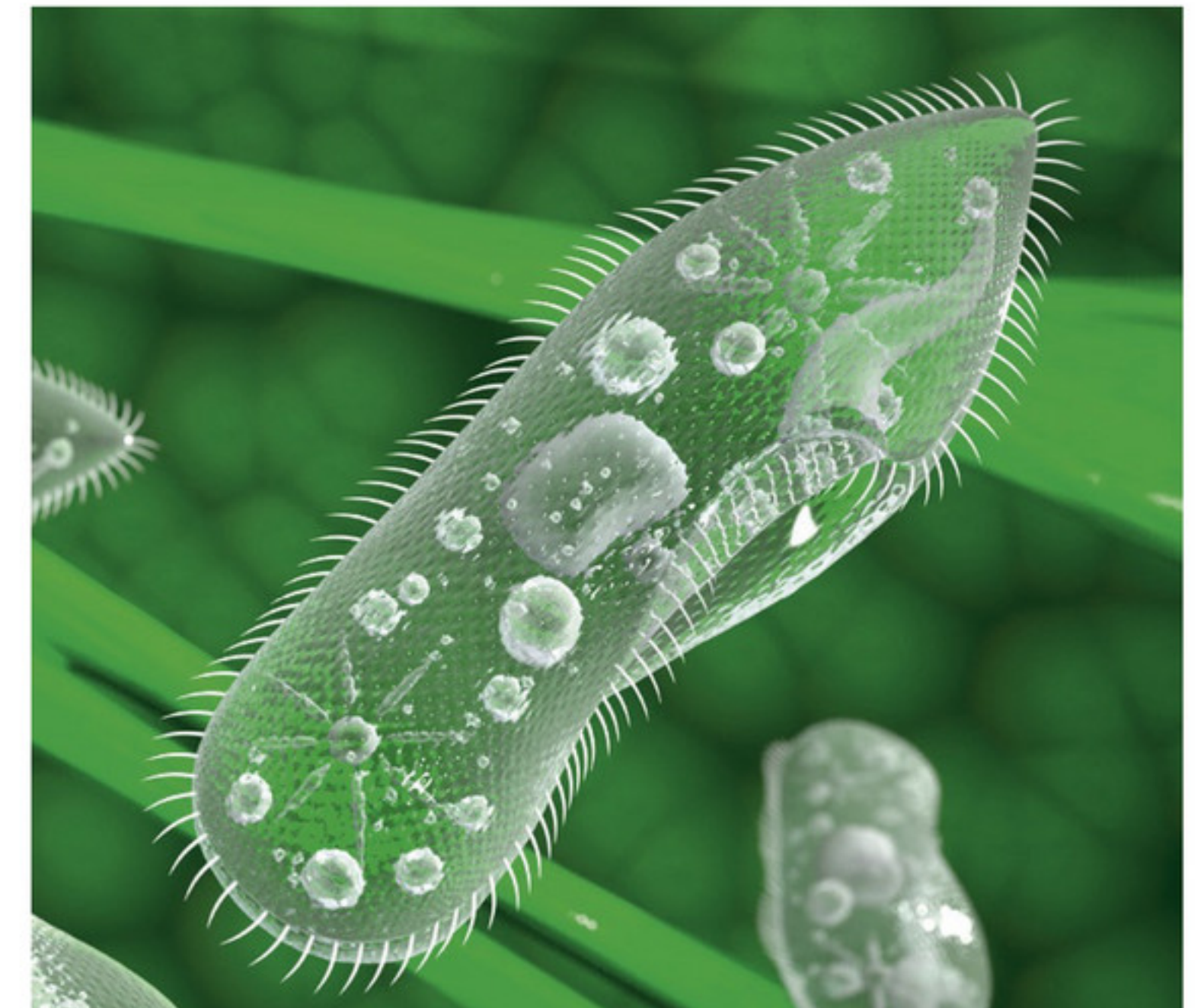
Eencellige dieren zoals in afbeelding 29, hebben geen aparte organen voor de gaswisseling. De gaswisseling vindt plaats via het celmembraan. Via het celmembraan wordt zuurstof uit de omgeving opgenomen in de cel. Koolstofdioxide uit de cel wordt via het celmembraan aan de omgeving afgegeven.

WB OPDRACHT 29 T/M 37 BLZ. 80

► **Afb. 29** Eencelligen.



1 amoebe, circa 0,4 mm groot



2 pantoffeldiertje, circa 0,2 mm groot

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de delen van het ademhalingsstelsel van de mens noemen met hun kenmerken en functies.

- Neusholte:
 - Neusharen houden grote stofdeeltjes tegen.
 - De neusholte is bedekt met neusslijmvlies. Neusslijmvlies bestaat uit slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - Slijmproducerende cellen maken slijm. Fijne stofdeeltjes en ziekteverwekkers blijven aan het slijm kleven.
 - Trilharen verplaatsen het slijm naar de keelholte.
 - Bloed in het neusslijmvlies verwarmt de ingeademde lucht.
 - Het neusslijmvlies maakt de ingeademde lucht vochtig.
 - Reukzintuigcellen keuren de ingeademde lucht.
- Keelholte: hierin bevinden zich de huig en het strotklepje.
 - Bij ademen staan de huig en het strotklepje open. Lucht stroomt van de neusholte en de mondholte naar de luchtpijp en omgekeerd.
 - Bij slikken sluit de huig de neusholte af. Het strotklepje sluit de luchtpijp af. Voedsel gaat vanuit de mondholte naar de slokdarm.
 - Bij verslikken staan de huig en het strotklepje open. Voedsel kan vanuit de mondholte in de neusholte en de luchtpijp komen. Je gaat hoesten.
- Luchtpijp en bronchiën:
 - De binnenkant is bedekt door slijmvlies met slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - De wand is verstevigd door kraakbeenringen. Deze kraakbeenringen houden de luchtwegen open. De kraakbeenringen in de wand van de luchtpijp hebben de vorm van een hoefijzer.
- Luchtpijptakjes:
 - De binnenkant is bedekt door slijmvlies met slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - In de wanden van de luchtpijptakjes zitten spiertjes.
- Longblaasjes met longhaarvaten:
 - Zuurstof wordt vanuit de longblaasjes opgenomen in het bloed in de longhaarvaten.
 - Koolstofdioxide wordt vanuit de longhaarvaten afgegeven aan de longblaasjes.
 - Gaswisseling gaat snel doordat longblaasjes en longhaarvaten een dunne wand hebben en doordat alle longblaasjes samen een grote oppervlakte hebben.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de verschillen tussen ingeademde en uitgedemde lucht noemen.

	Ingeademde lucht	Uitgedemde lucht
Gassen in de lucht:		
– stikstof	78%	78%
– zuurstof	21%	17%
– edelgassen	1%	1%
– koolstofdioxide	0,04%	4%
– waterdamp	weinig	veel
Temperatuur	lager dan 32 °C	32 °C

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven hoe borstademhaling en buikademhaling plaatsvinden.

- Borstademhaling:
 - Rustige inademing: doordat bepaalde tussenribspieren samentrekken, gaan de ribben en het borstbeen omhoog en naar voren.
 - Diepe inademing: doordat ook spieren in de hals samentrekken, gaan de ribben nog verder omhoog en naar voren.
 - Rustige uitademing: doordat de tussenribspieren zich ontspannen, zakken de ribben en het borstbeen door hun gewicht omlaag en naar achteren.
 - Diepe uitademing: doordat andere tussenribspieren samentrekken, worden de ribben en het borstbeen verder omlaaggetrokken.
- Buikademhaling:
 - Inademing: doordat de middenrifspieren samentrekken, gaat het middenrif omlaag. Organen in de buikholte worden omlaag gedrukt en de buikwand gaat naar voren.
 - Rustige uitademing: de middenrifspieren ontspannen zich. Organen in de buikholte drukken het middenrif omhoog.
 - Diepe uitademing: buikspieren trekken samen en drukken organen in de buikholte naar binnen. Het middenrif gaat daardoor verder omhoog.
- Bij gewone ademhaling vinden borstademhaling en buikademhaling tegelijkertijd plaats.
- Volgorde bij inademen:
 - Ribben en borstbeen bewegen omhoog en naar voren; het middenrif beweegt omlaag en de buikwand naar voren.
 - De borstholte wordt groter.

- Het volume van de longen wordt groter.
- Lucht stroomt de longen in.
- Volgorde bij uitademen:
 - Ribben en borstbeen bewegen omlaag en naar achteren; het middenrif beweegt omhoog en de buikwand gaat naar achteren.
 - De borstholte wordt kleiner.
 - Het volume van de longen wordt kleiner.
 - Lucht stroomt de longen uit.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven wat er aan de hand is bij astma, bronchitis en longemfyseem.

- Astma: de bronchiën zijn blijvend ontstoken. Het lichaam reageert op prikkels zoals stof, huidschilfers van huisdieren, tabaksrook, uitlaatgassen en/of inspanning.
 - Bij een astma-aanval trekken spiertjes in de wand van luchtwegen samen. De luchtwegen vernauwen en ademen gaat moeilijker.
 - Het slijmvlies aan de binnenkant van luchtwegen is verdikt.
- Met COPD wordt chronische bronchitis en longemfyseem bedoeld. COPD geneest niet.
 - Chronische bronchitis: de bronchiën zijn ontstoken waardoor meer slijm ontstaat. De bronchiën zijn blijvend vernauwd.
 - Longemfyseem: de wanden van de longblaasjes zijn beschadigd.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven hoe stoffen in de lucht een allergische reactie kunnen veroorzaken.

- Een allergie is een sterke reactie op een stof die niet in je lichaam thuishoort, maar die je bijv. inademt of via het voedsel binnenkrijgt.
 - Je kunt bijv. allergisch zijn voor de uitwerpselen van de huisstofmijt, huidschilfers van dieren en bepaalde stoffen in voedsel.
 - Bij een allergische reactie heb je bijv. last van huiduitslag, een branderig gevoel, jeuk, ontstekingen en gezwollen ogen.
- Hooikoorts is een allergie voor stuifmeelkorrels (pollen).
 - Allergische reacties bij hooikoorts: tranende ogen, ontstoken slijmvliesen, een loopneus en niesbuien.
 - Bij een allergie voor stuifmeel van bomen heb je vooral in het voorjaar last van hooikoorts.
 - Bij een allergie voor het stuifmeel van grassen heb je vooral in de zomer last van hooikoorts.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe de gaswisseling plaatsvindt bij verschillende diergroepen.

- Zoogdieren, vogels en reptielen: gaswisseling in de longen.
 - Met longen wordt zuurstof uit de lucht opgenomen.
- Amfibieën.
 - Jonge amfibieën: gaswisseling in kieuwen en via de huid.
 - Volwassen amfibieën: gaswisseling in longen en via de huid.
- Vissen: gaswisseling in kieuwen.
 - Kieuwen bestaan uit kieuwbogen met kieuwplaatjes.
 - Vissen laten vanuit de bek water langs de kieuwen stromen. Zo wordt het water in de kieuwholten ververs.
- Insecten: gaswisseling in tracheeën.
 - Tracheeën zijn sterk vertakte luchtbuizen die overal in het lichaam eindigen.
 - Stigma's zijn openingen waardoor de lucht in de tracheeën stroomt.
 - Insecten verversen de lucht in de tracheeën door pompende bewegingen met het achterlijf te maken.
- Eencelligen: gaswisseling via het celmembraan.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen;
- het trekken van een conclusie uit onderzoeksresultaten.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

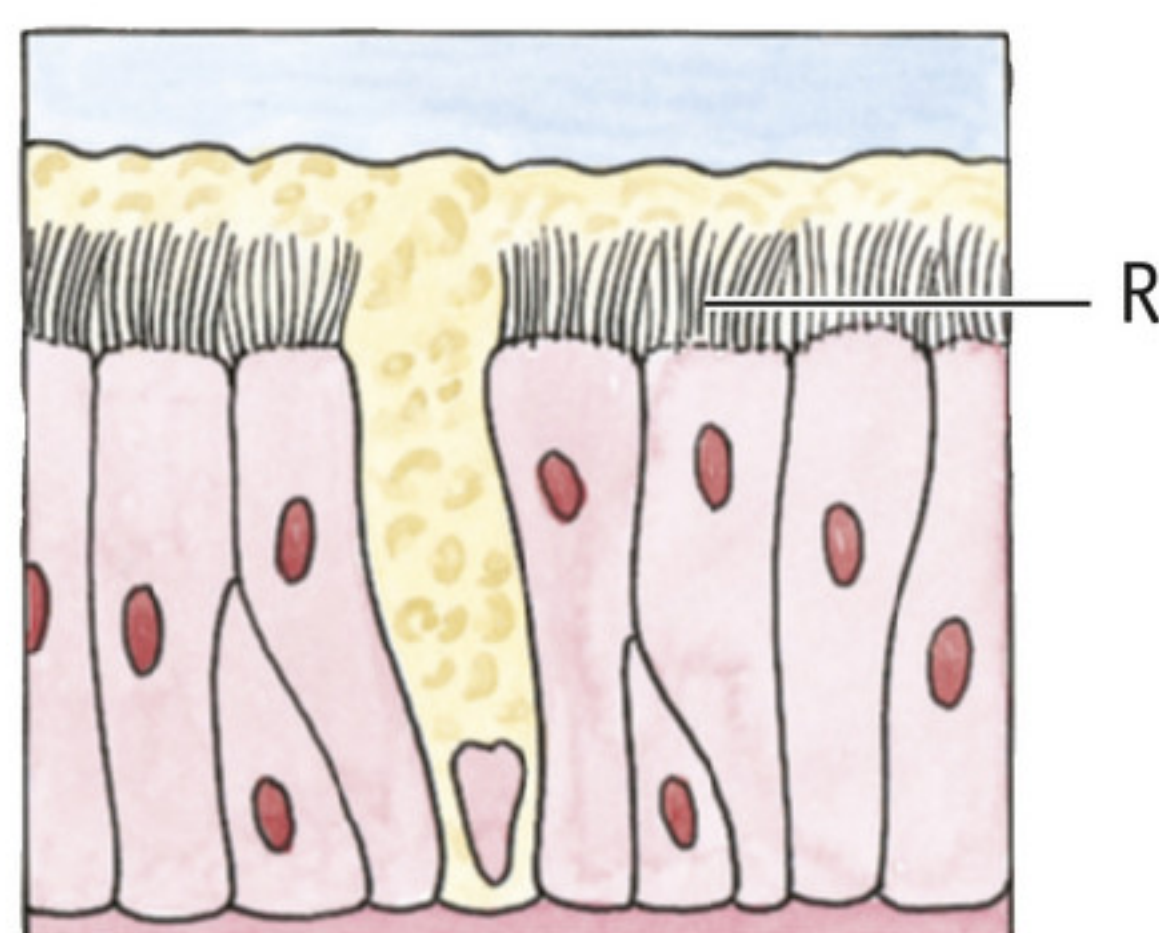
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Q-koorts is een ziekte die onder andere door geiten en schapen op de mens kan worden overgebracht. De bacterie die de ziekte veroorzaakt, komt voor in de mest van de dieren. Door het inademen van kleine mestdeeltjes kan de mens deze bacterie in het lichaam krijgen.
In welke volgorde passeren de mestdeeltjes de verschillende delen van het ademhalingsstelsel?
 - A Bronchiën – longblaasjes – luchtpijp.
 - B Bronchiën – luchtpijp – longblaasjes.
 - C Longblaasjes – bronchiën – luchtpijp.
 - D Longblaasjes – luchtpijp – bronchiën.
 - E Luchtpijp – bronchiën – longblaasjes.
 - F Luchtpijp – longblaasjes – bronchiën.
- 2 Erik haalt adem door zijn neus. Als hij onder water zwemt, gebruikt hij een snorkel om adem te halen. Een snorkel kun je alleen gebruiken om via de mond te ademen.
Welke bewering geldt voor ademen met behulp van een snorkel?
 - A De lucht wordt beter gezuiverd en verwarmd dan bij ademhaling door de neus.
 - B De lucht wordt minder goed gezuiverd en verwarmd dan bij ademhaling door de neus.
 - C De lucht wordt net zo goed gezuiverd en verwarmd als bij ademhaling door de neus.
- 3 In afbeelding 30 is een deel van de wand van de luchtwegen van de mens sterk vergroot getekend. Wat is de functie van R?
 - A De ingeademde lucht keuren.
 - B Ingeademde stofdeeltjes keuren.
 - C Slijm produceren.
 - D Slijm verplaatsen naar de keelholte.

▼ **Afb. 30** Deel van de wand van de luchtwegen van de mens.

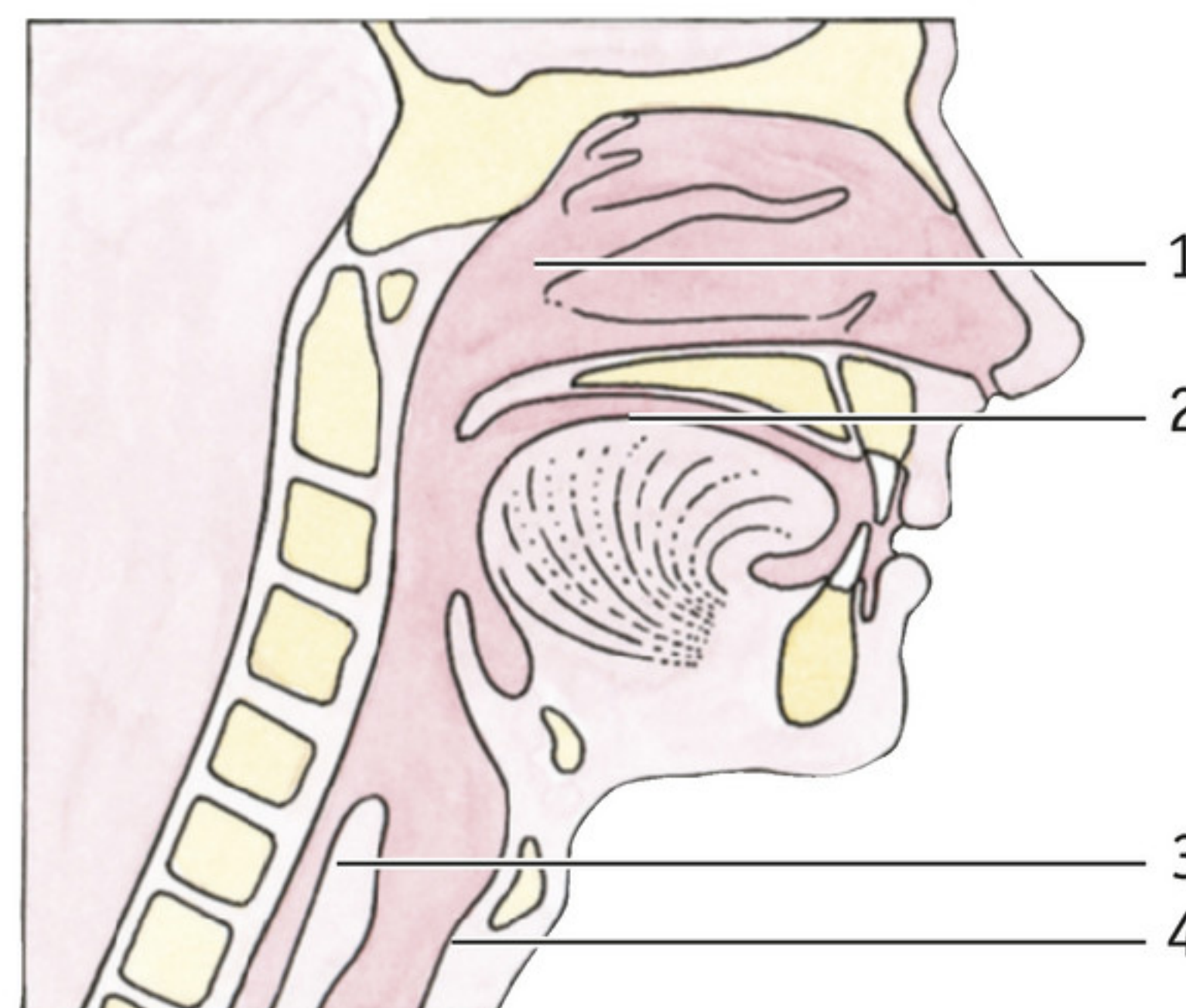


- 4 In afbeelding 31 is een doorsnede van het hoofd schematisch getekend.

Op welke plaatsen in deze afbeelding komt het weefsel van afbeelding 30 voor?

- A Alleen op plaats 4.
- B Op de plaatsen 1 en 2.
- C Op de plaatsen 1 en 4.
- D Op de plaatsen 1, 3 en 4.

▼ **Afb. 31** Doorsnede van het hoofd (schematisch).

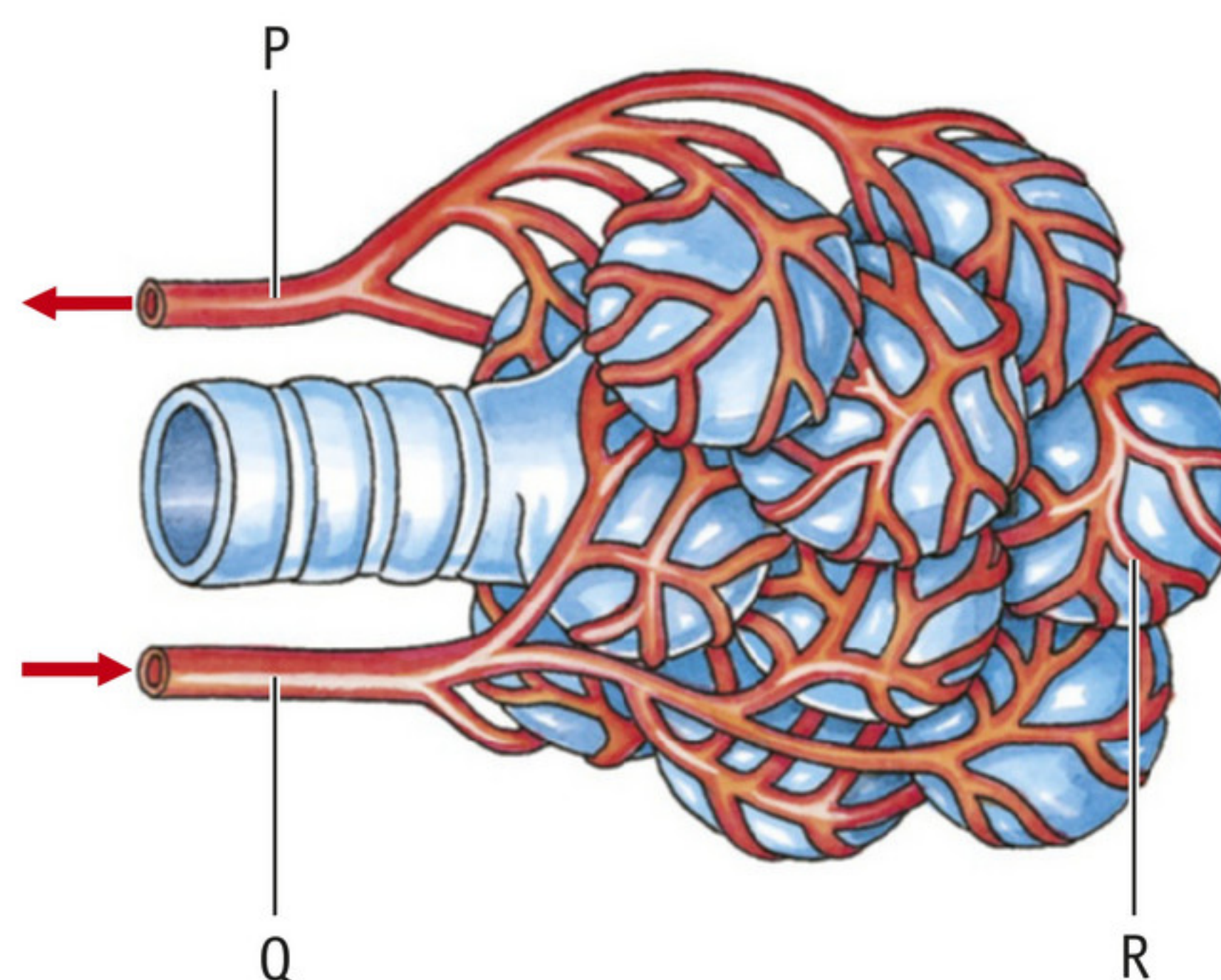


- 5 In afbeelding 32 zijn enkele longblaasjes met longhaarvaten schematisch getekend. Drie plaatsen zijn aangegeven met P, Q en R. De pijlen geven de stroomrichting van het bloed aan.

Op welke plaats is het koolstofdioxidegehalte het hoogst?

- A Op plaats P.
- B Op plaats Q.
- C Op plaats R.

▼ **Afb. 32** Longblaasjes met longhaarvaten (schematisch).



- 6 Een bepaald geneesmiddel tegen astma wordt ingeademd door middel van een inhalator. Via de luchtwegen moet dit geneesmiddel worden opgenomen in het bloed. Waardoor wordt dit geneesmiddel na het inademen snel in het bloed opgenomen?
- A Alleen doordat alle longblaasjes samen een grote oppervlakte hebben.
 - B Alleen doordat de longblaasjes en de longhaartjes een dunne wand hebben.
 - C Doordat de longblaasjes en longhaartjes een dunne wand hebben en doordat alle longblaasjes samen een grote oppervlakte hebben.

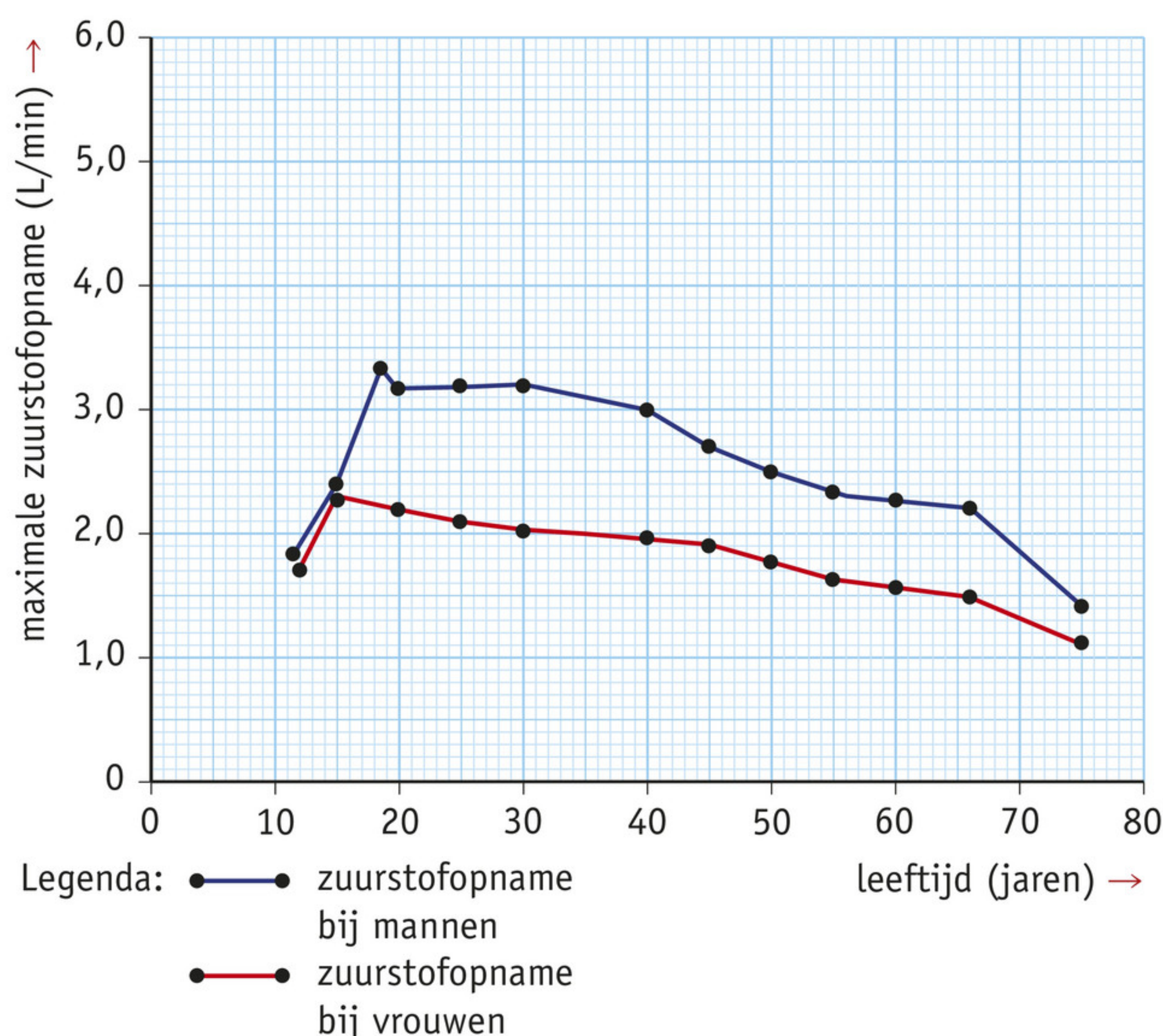
De volgende informatie hoort bij vraag 7 en 8.

De hoeveelheid zuurstof die in het bloed kan worden opgenomen, hangt onder andere af van het geslacht en de leeftijd.

Bij een groep ongetrainde mannen en vrouwen heeft men gemeten hoeveel liter (L) zuurstof het bloed per minuut kan opnemen. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 33.

- 7 Naar aanleiding van de resultaten van dit onderzoek worden twee uitspraken gedaan.
- 1 De hoeveelheid zuurstof die kan worden opgenomen, neemt bij vrouwen af vanaf 12 jaar.
 - 2 Bij mannen ouder dan 20 jaar kan per minuut meer zuurstof in het bloed worden opgenomen dan bij vrouwen van dezelfde leeftijd.

▼ **Afb. 33** Opname zuurstof in het bloed per minuut.



Welke van deze uitspraken is (zijn) juist?

- A Alleen uitspraak 1.
- B Alleen uitspraak 2.
- C Beide uitspraken zijn juist.

- 8 Hoe groot is het verschil tussen de maximale hoeveelheid opgenomen zuurstof per uur bij mannen en vrouwen van 45 jaar?
- A 0,8 L.
 - B 19 L.
 - C 27 L.
 - D 48 L.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Koolstofdioxide en zuurstof vormen samen 99% van de lucht.
- 2 Bij de gaswisseling wordt geen stikstof opgenomen in het bloed.
- 3 Ingeademde lucht bevat meer waterdamp dan uitgeademde lucht.

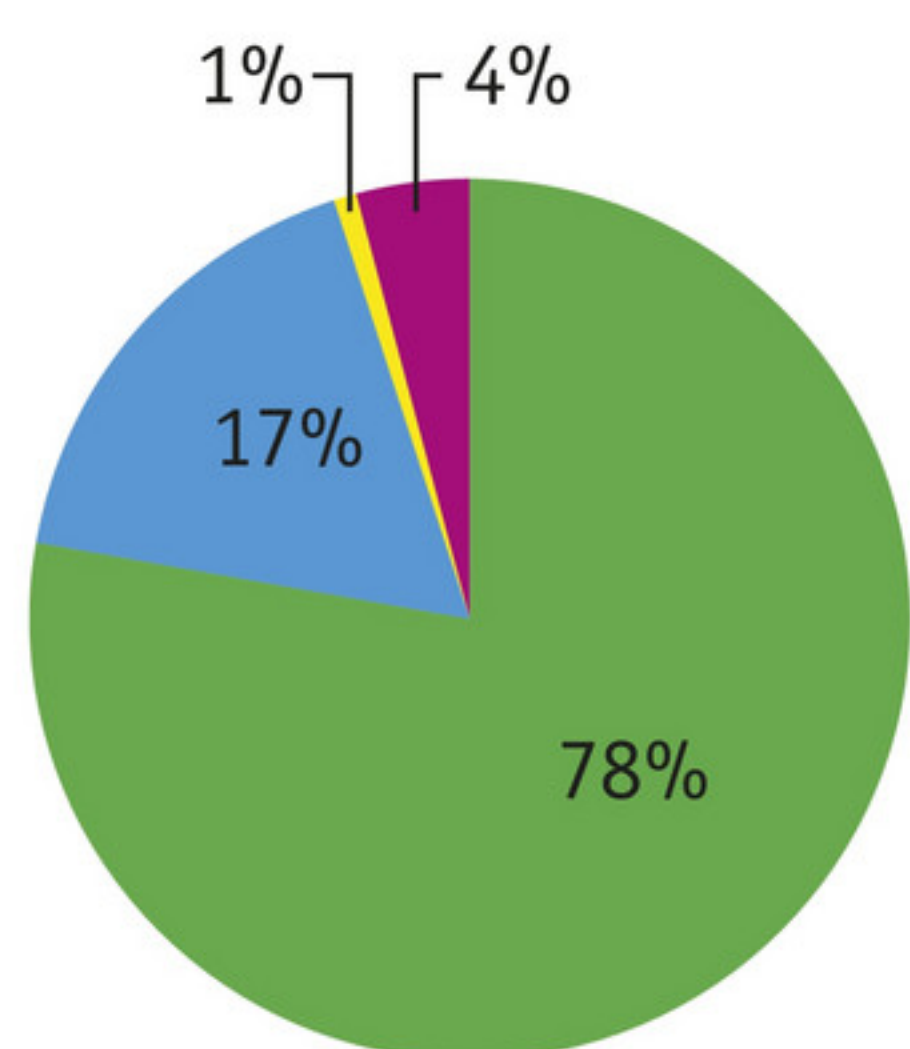
In afbeelding 34 zie je iemand die mond-op-mond-beademing uitvoert bij iemand die niet meer ademt. Bij mond-op-mondbeademing blaast een hulpverlener uitgeademde lucht in de luchtwegen van een slachtoffer.

▼ **Afb. 34** Mond-op-mondbeademing.



- 4 Bij mond-op-mondbeademing bevat de lucht die het slachtoffer inademt 21% zuurstof.
- 5 In het diagram van afbeelding 35 is de samenstelling van de uitgeademde lucht juist weergegeven.

▼ **Afb. 35** Samenstelling van uitgeademde lucht.



- 6 De temperatuur van uitgeademde lucht is hoger dan de temperatuur van de ingeademde lucht.

De politie gebruikt voor alcoholcontrole bij automobilisten een blaastest. Als de chauffeur te veel heeft gedronken, geeft het apparaat dit aan.

- 7 Het apparaat reageert op alcoholdampen die zich nog in de maag bevinden.

DOELSTELLING 3

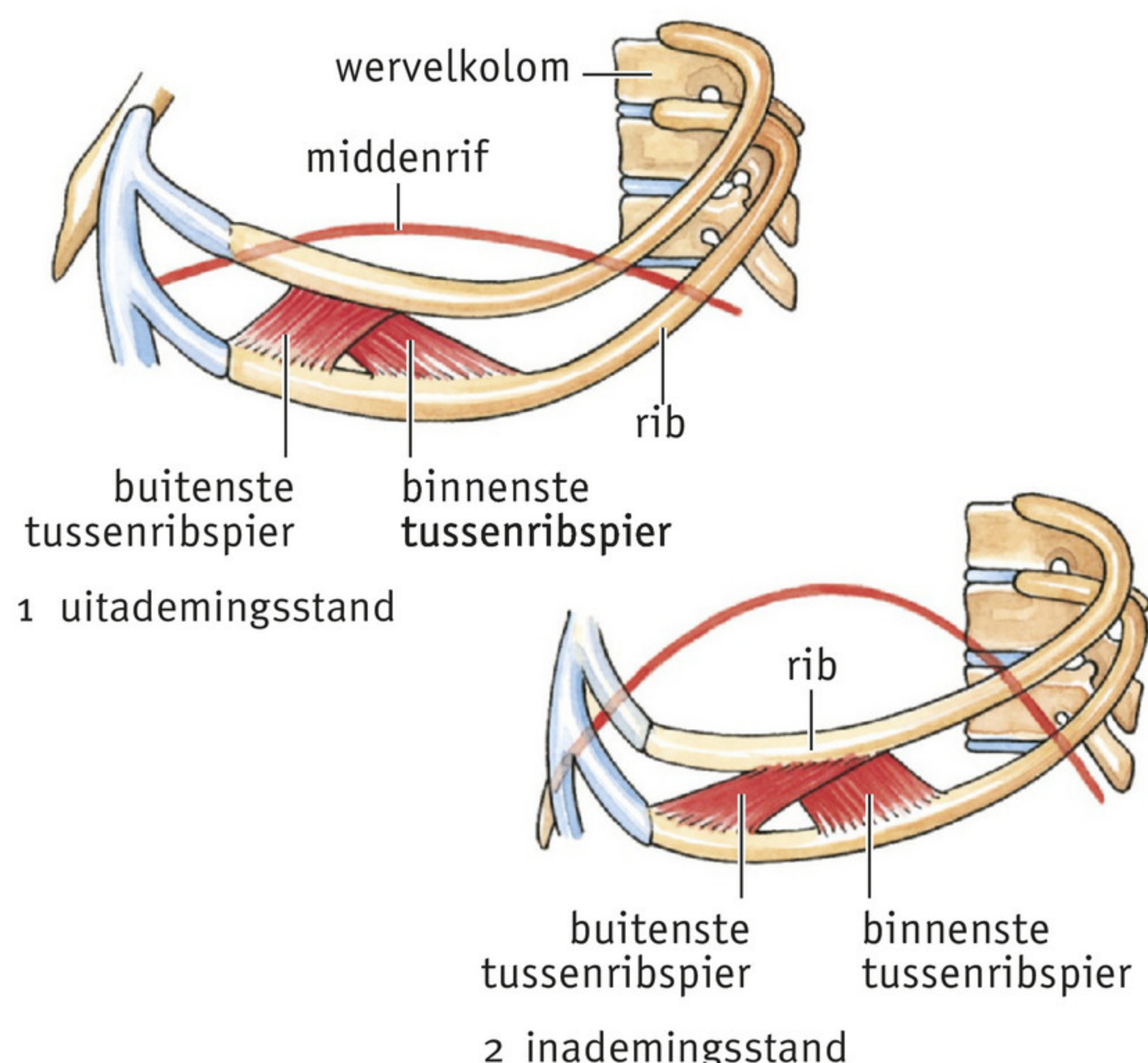
BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Bij welke ademhalingsbeweging rekken de spieren in de buikwand uit?
- A Bij inademing door middel van borstademhaling.
 - B Bij inademing door middel van buikademhaling.
 - C Bij uitademing door middel van borstademhaling.
 - D Bij uitademing door middel van buikademhaling.
- 2 Een hikaanval duurt meestal kort en gaat vanzelf over. In zeer ernstige gevallen van blijvende hik kan een zenuw vlak bij het middenrif worden doorgesneden. Het middenrif kan dan niet meer worden gebruikt voor de ademhaling. Welke spieren kunnen dan nog wel worden gebruikt voor de ademhaling?
- A Buikspieren.
 - B Tussenribspieren.

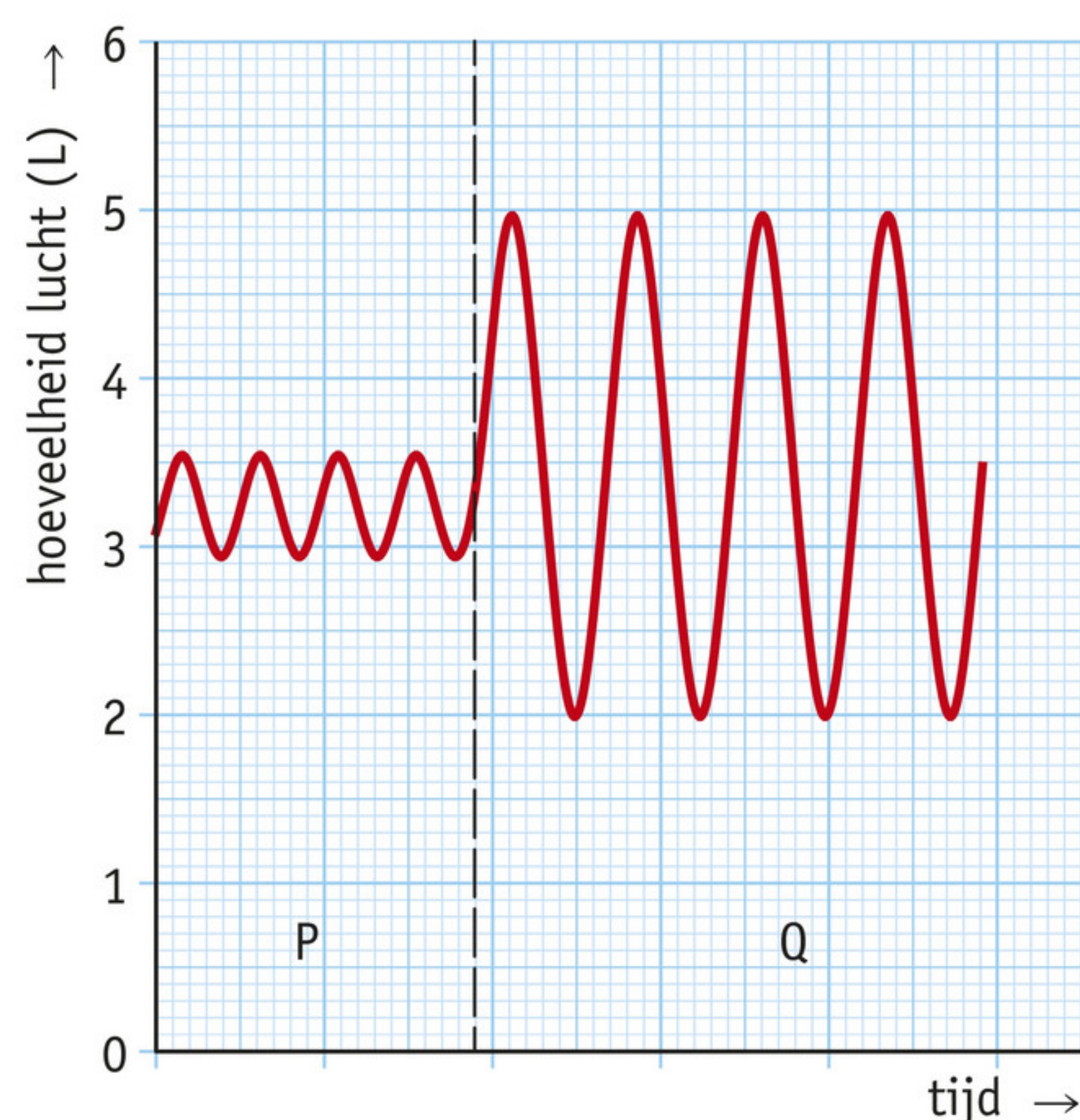
- 3 Thijs blaast een ballon op. Hij probeert zo veel mogelijk lucht uit zijn longen in de ballon te blazen. Beweegt zijn middenrif omhoog of omlaag? Zullen zijn buikspieren zich ontspannen of samentrekken?
- A Zijn middenrif gaat omhoog en zijn buikspieren ontspannen zich.
 - B Zijn middenrif gaat omhoog en zijn buikspieren trekken samen.
 - C Zijn middenrif gaat omlaag en zijn buikspieren ontspannen zich.
 - D Zijn middenrif gaat omlaag en zijn buikspieren trekken samen.
- 4 Door de zwaartekracht wordt alles aangetrokken door de aarde. Bij ademen speelt de zwaartekracht ook een rol. Bij welke manier van ademen is de zwaartekracht belangrijk?
- A Bij inademen met borstademhaling.
 - B Bij inademen met buikademhaling.
 - C Bij uitademen met borstademhaling.
 - D Bij uitademen met buikademhaling.
- 5 In een ziekenhuis worden patiënten die na een operatie niet zelfstandig kunnen ademen, aangesloten op een beademingsmachine. Met zo'n machine kan zuurstof in de longen worden gebracht en koolstofdioxide uit het lichaam worden verwijderd. Welke organen worden vervangen door zo'n beademingsmachine?
- A De luchtpijp en de bronchiën.
 - B De neusholte en de mondholte.
 - C De tussenribspieren en het middenrif.
- 6 De tekeningen van afbeelding 36 geven schematisch twee ribben en enkele tussenribspieren weer na een inademing en na een uitademing. Bij een inademing worden de ribben en het borstbeen door middel van de buitenste tussenribspieren omhoog en naar voren getrokken. Bij een diepe uitademing trekken de binnenste tussenribspieren de ribben omlaag en naar achteren. Welke tussenribspieren trekken samen om het volume van de longblaasjes te verkleinen?
- A Alleen de binnenste tussenribspieren.
 - B Alleen de buitenste tussenribspieren.
 - C Zowel de binnenste als de buitenste tussenribspieren.

▼ **Afb. 36** Ribben en tussenribspieren na in- en uitademing.



- 7 In afbeelding 37 is de luchtverversing in de longen van een volwassen persoon weergegeven. Welk deel van de grafiek geeft de luchtverversing weer bij zware inspanning? En hoeveel liter lucht wordt er tijdens zware inspanning per ademhaling ververst?
- A** P geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 0,5 L lucht ververst.
 - B** P geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 3,0 L lucht ververst.
 - C** Q geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 0,5 L lucht ververst.
 - D** Q geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 3,0 L lucht ververst.

▼ **Afb. 37** Luchtverversing in de longen.



- 8 Iemand die een astma-aanval krijgt, heeft moeite met uitademen. Als gevolg daarvan gaat hij dieper uitademen.

Welke spieren trekken bij diep uitademen samen?

- A** Alleen de buikspieren.
- B** Alleen de middenrifspieren.
- C** Zowel de buikspieren als de middenrifspieren.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Astma en COPD zijn ziekten die te maken hebben met ontstekingen van het ademhalingsstelsel. Bij welke van deze ziekten speelt erfelijke aanleg een rol?
- 2 Welke twee aandoeningen worden aangeduid met de afkorting COPD?
- 3 De letter C in de afkorting COPD betekent chronisch. Wat betekent het woord 'chronisch'?
- 4 Een longontsteking kan worden behandeld met medicijnen. Dankzij de medicijnen kan een longontsteking genezen. Leg uit waarom een longontsteking niet kan worden aangeduid met COPD.
- 5 Bij longemfyseem zijn de longblaasjes beschadigd. Daardoor wordt minder zuurstof opgenomen in het bloed. Waardoor heeft iemand met longemfyseem weinig uithoudingsvermogen?
- 6 Sigaretten bevatten de stof nicotine. Dit is een verslavende stof. Mensen die willen stoppen met roken, gebruiken soms nicotinepleisters. Hiermee brengen ze nicotine in het bloed met behulp van pleisters. Leg uit waarom dit helpt om te stoppen met roken.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Waar is iemand die last heeft van hooikoorts allergisch voor?
 - A** Bloemen.
 - B** Gras.
 - C** Hooi.
 - D** Stuifmeel.
- 2 In afbeelding 38 zie je een kaart van Nederland. Vier plekken zijn met een rode punt aangegeven. Welk punt geeft de plek aan waar mensen het minst last hebben van hooikoorts?
 - A** Plaats 1.
 - B** Plaats 2.
 - C** Plaats 3.
 - D** Plaats 4.

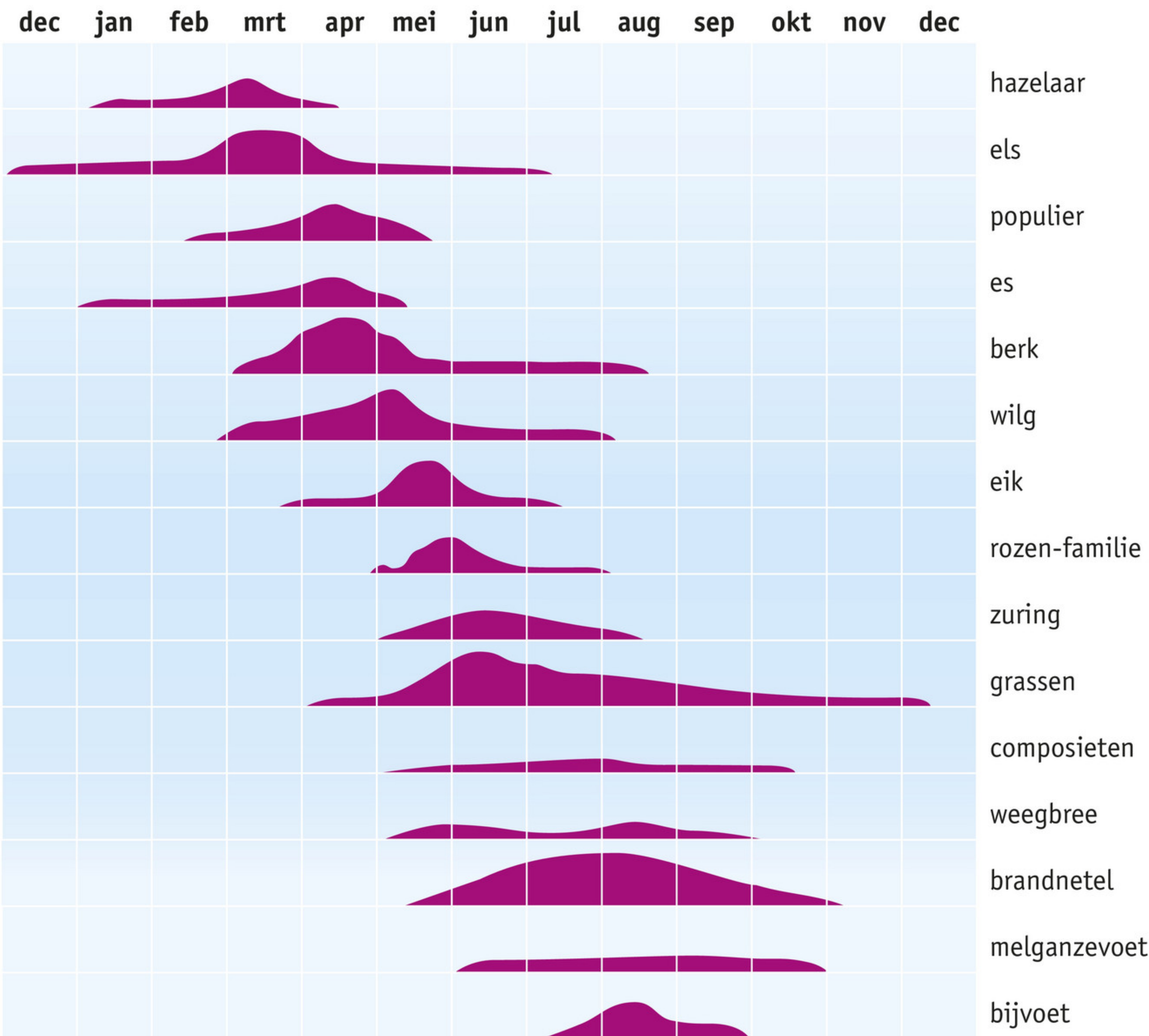
▼ **Afb. 38** Kaart van Nederland.



- 3 In afbeelding 39 zie je een voorbeeld van een pollenkalender.
Voor welk stuifmeel is iemand die hooikoorts heeft in de maand maart waarschijnlijk allergisch?
- A Voor het stuifmeel van brandnetels.
 - B Voor het stuifmeel van de els.
 - C Voor het stuifmeel van de wilg.
 - D Voor het stuifmeel van grassen.

- 4 Bij planten met opvallende bloemen wordt het stuifmeel meestal verspreid door insecten. Bij veel andere planten wordt het stuifmeel verspreid door de wind.
Welk stuifmeel zal vooral worden ingeademd?
- A Stuifmeel dat door de wind wordt verspreid.
 - B Stuifmeel dat door insecten wordt verspreid.
 - C Je kunt niet aangeven welk stuifmeel vooral wordt ingeademd.
- 5 Vier verschijnselen die bij mensen met hooikoorts kunnen optreden, zijn een branderig gevoel, huiduitslag, jeuk en ontstekingen.
Welke verschijnselen kunnen het gevolg zijn van een allergische reactie?
- A Branderig gevoel en huiduitslag.
 - B Branderig gevoel, jeuk en ontstekingen.
 - C Huiduitslag en jeuk.
 - D Huiduitslag, jeuk en ontstekingen.
 - E Jeuk en ontstekingen.
 - F Alle vier de verschijnselen.

▼ **Afb. 39** Pollenkalender.



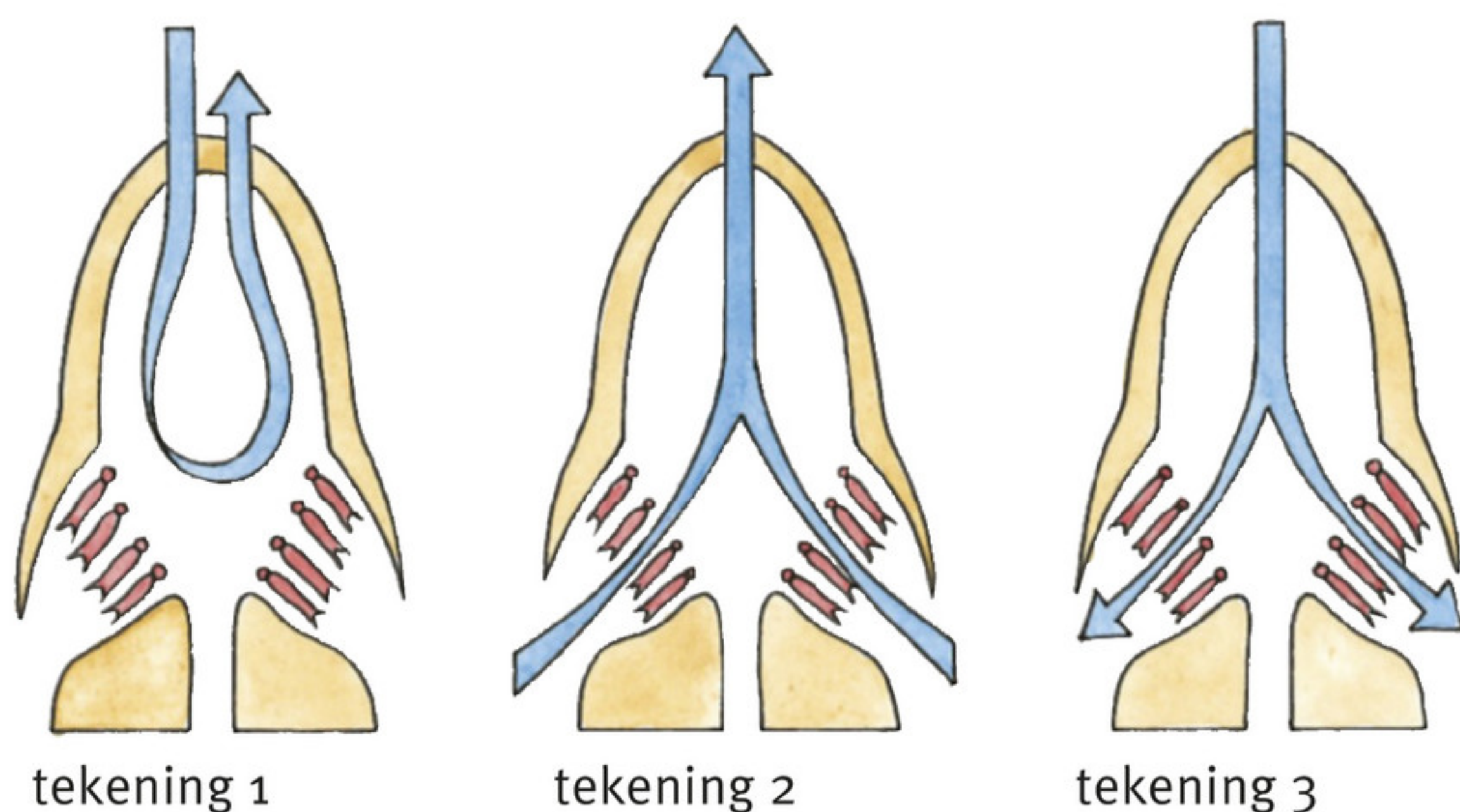
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen.

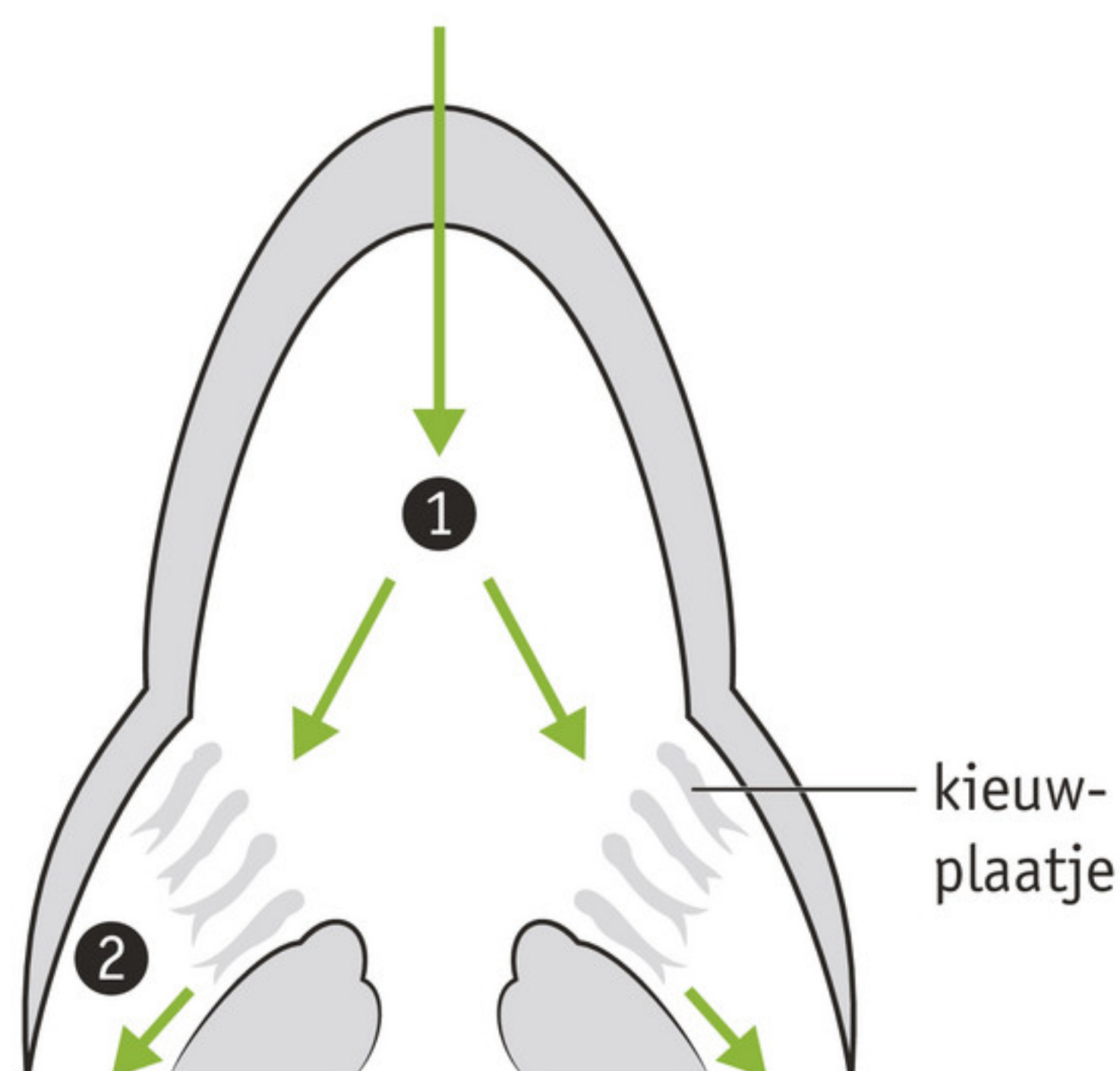
- 1 In afbeelding 40 is een bovenaanzicht van een doorsnede van de kop van een vis driemaal schematisch getekend. Langs de kieuwen van deze vis stroomt water. In welke tekening is de waterstroom langs de kieuwen juist weergegeven?

▼ **Afb. 40** Bovenaanzicht van een doorsnede van een vissenkop.



- 2 Afbeelding 41 is een schematische doorsnede van de kop van een vis. Op welke plaats bevat het water het minste koolstofdioxide: op plaats 1 of plaats 2?

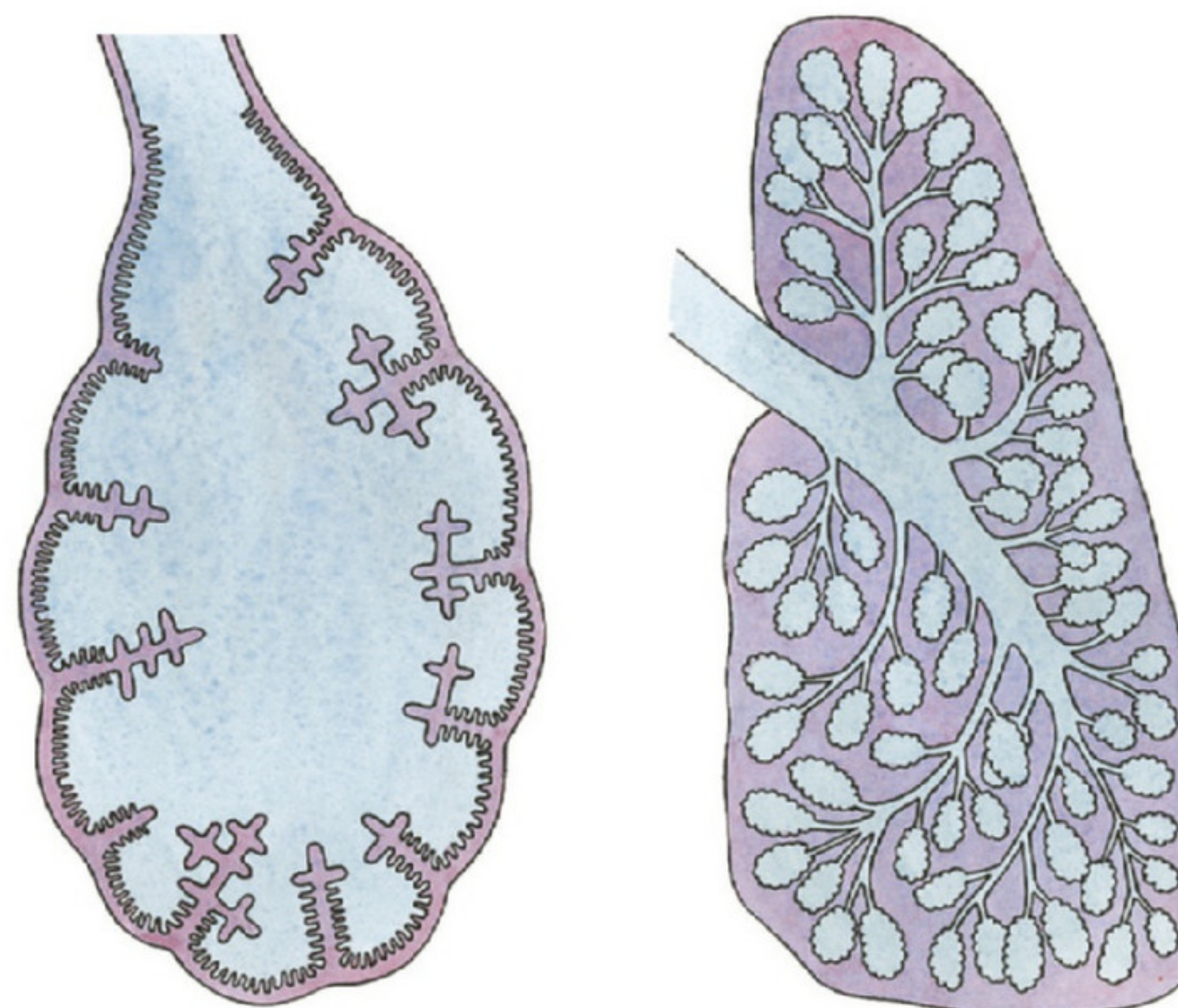
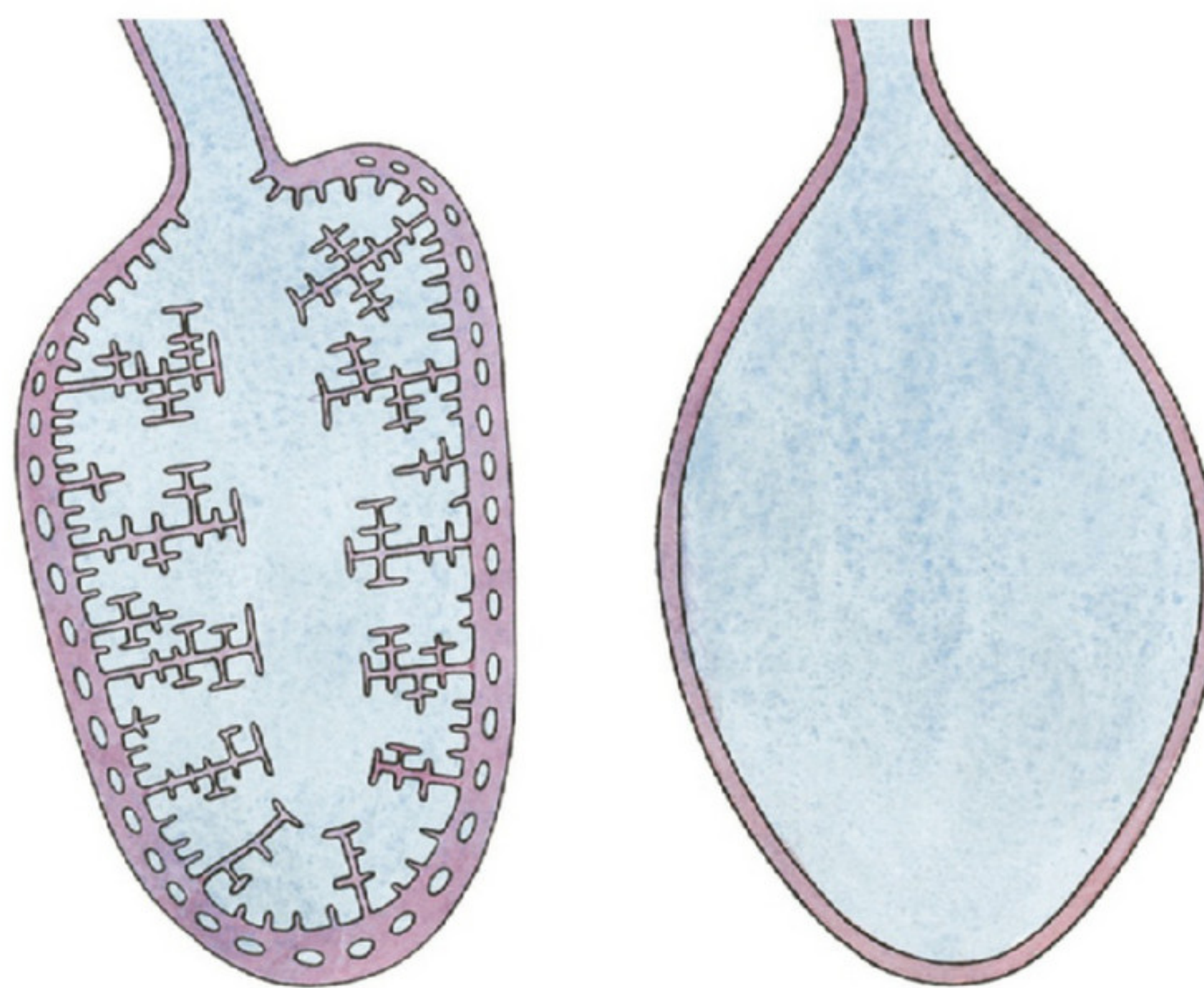
▼ **Afb. 41** Schematische doorsnede van de kop van een vis.



- 3 Een pad leeft op het land, maar de voortplanting vindt plaats in het water. De eieren worden in het water gelegd. Via welke organen vindt bij een volwassen pad gaswisseling plaats?

- 4 Warmbloedige dieren hebben een constante lichaamstemperatuur. Bij koudbloedige dieren is de lichaamstemperatuur afhankelijk van de temperatuur in de omgeving. Welke dieren zullen naar verhouding meer zuurstof nodig hebben: warmbloedige of koudbloedige dieren?
- 5 In afbeelding 42 zijn vier typen longen schematisch getekend. Welke long is afkomstig van een zoogdier?

▼ **Afb. 42** Typen longen.



- 6 Een walvis is een zoogdier. Net als andere zoogdieren heeft een walvis longen. Een walvis blijft lang onder water. Als de walvis bovenkomt, ademt het dier uit door het spuitgat boven op de kop. Bevat de lucht die uit het spuitgat komt meer of minder zuurstof dan de ingeademde lucht?

- 7 In het lichaam van een insect wordt lucht via tracheeën naar de lichaamscellen gebracht. Welk gas uit de lucht wordt opgenomen door de lichaamscellen?
- 8 In slootwater leven onder andere klokdiertjes, muggenlarven en pantoffeldiertjes (zie afbeelding 43). Bij welke van deze dieren vindt gaswisseling via het celmembraan plaats?

▼ **Afb. 43** Leven in slootwater.



1 klokdiertje



2 muggenlarve



3 pantoffeldiertje

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Longverpleegkundige

Voorbeelden van beroepen die met ademhaling te maken hebben, zijn longfunctieassistent, COPD-consulent en longverpleegkundige. In deze verrijkingstof maak je kennis met een longverpleegkundige (zie afbeelding 44).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 93

▼ Afb. 44

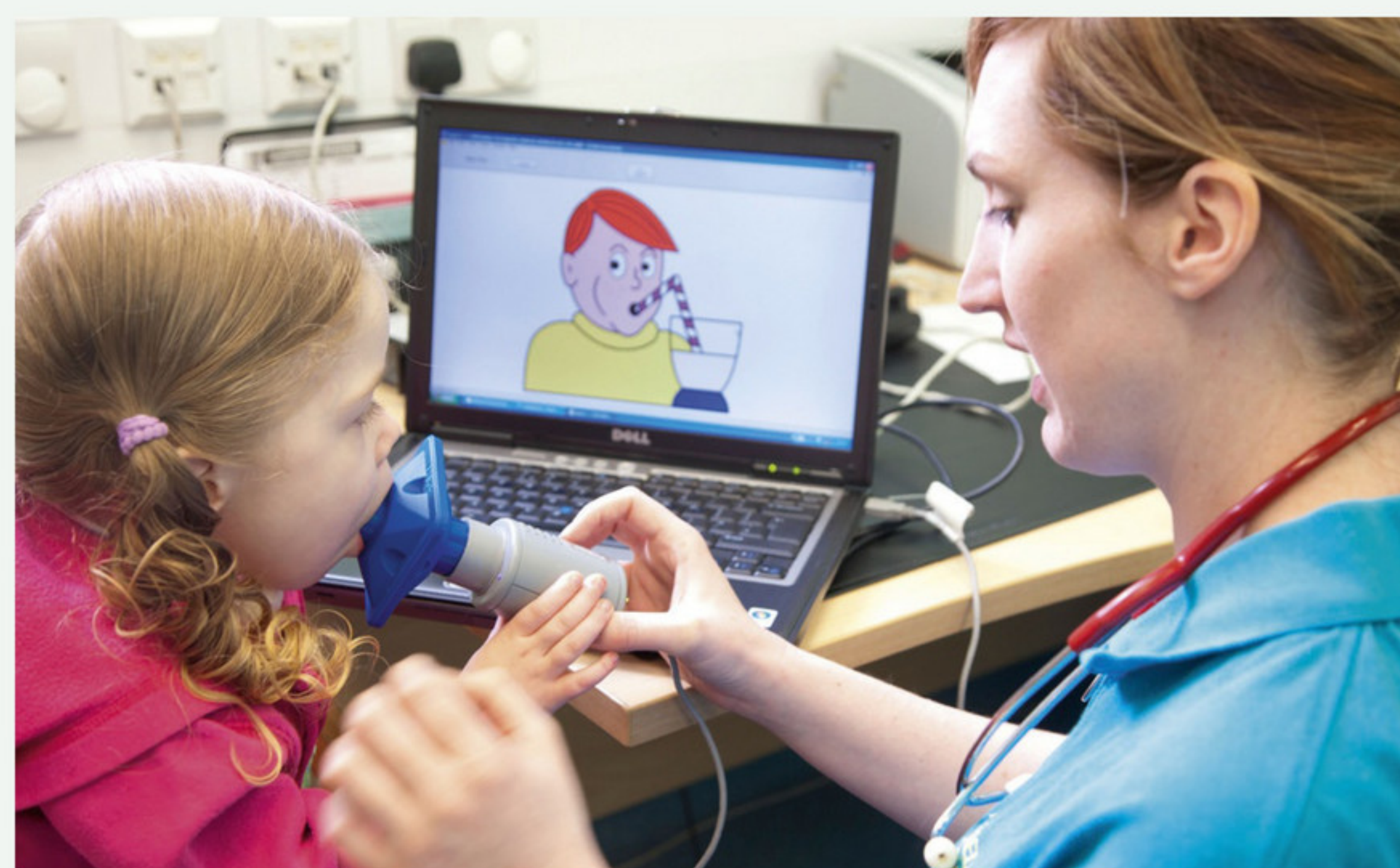
Longverpleegkundige

Jessica heeft een opleiding verpleegkunde gevolgd. Als verpleegkundige heeft ze op verschillende afdelingen van ziekenhuizen gewerkt. Daarna kreeg ze een baan op de longafdeling van een ziekenhuis. Daar kwam ze in aanraking met patiënten met allerlei longaandoeningen. Er waren vooral veel patiënten met astma en COPD. Om deze patiënten beter te kunnen helpen, heeft ze een aanvullende specialisatie astma en COPD gevolgd.

Tegenwoordig werkt ze als longverpleegkundige op de polikliniek longziekten van het ziekenhuis. Daar komen alleen patiënten die overdag worden behandeld. Deze patiënten worden dus niet opgenomen. Een van haar taken is om advies en voorlichting te geven aan patiënten die astma of COPD hebben. Om te beginnen legt ze uit hoe de ademhalingsorganen werken en wat er precies aan de hand is als je astma of COPD hebt. Daarna legt ze uit hoe je de medicijnen moet gebruiken. Voor veel patiënten is het de eerste keer dat ze medicijnen innemen via een inhalator. Jessica: 'Ik laat zien hoe je de inhalator moet gebruiken. Bij kinderen doe ik vaak voor hoe dat moet. Sommige patiënten hebben veel last van benauwdheid en moeten zichzelf daarom extra zuurstof toedienen.'

Leefstijl aanpassen

Patiënten met COPD moeten vaak hun manier van leven veranderen. Ze krijgen van de arts bijvoorbeeld het advies om te stoppen met roken. Veel mensen vinden dat erg moeilijk. Jessica bespreekt met de patiënten



hoe ze dit kunnen aanpakken. Er zijn ook veel patiënten die het advies krijgen om meer te gaan sporten en af te vallen. Eventueel kan Jessica mensen aanmelden voor longrevalidatie of voor een gesprek met een diëtist. Als een patiënt met astma allergisch is voor huisstofmijt, moet de inrichting van het huis worden aangepast. Het huis moet worden ingericht met meubelen en materialen waar weinig huisstofmijt in leeft.

Behalve met de patiënten heeft Jessica ook regelmatig contact met andere behandelaars, bijvoorbeeld de huisarts, een fysiotherapeut of een diëtist. Jessica: 'Om dit werk goed te kunnen doen, is het belangrijk dat je goed met mensen om kunt gaan. Het is belangrijk dat de patiënten je vertrouwen, omdat ze de adviezen dan eerder opvolgen. Vooral bij kinderen is het belangrijk dat je veel geduld hebt.'

2 Practicum: de kieuwen van een vis

Je weet dat vissen ademen met kieuwen en hoe de kieuwen werken (zie afbeelding 45). In deze verrijkingstof ga je de kieuwen van een vis bekijken en tekenen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 94

► **Afb. 45** De kieuwen van een vis.



PLUSSTOF

3 Slaapproblemen

Snurken kan geen kwaad, maar lastig is het wel. Vooral voor mensen in je omgeving.

SNURKEN

Bij het ademen gaat lucht via de neusholte, de keelholte en de luchtpijp naar de longen. Tussen de keelholte en de luchtpijp ligt het strottenhoofd. Je kunt het strottenhoofd aan de buitenkant van de keel voelen als de adamsappel (zie afbeelding 46). In het strottenhoofd liggen de stembanden. De stembanden gebruik je als je praat.

Je gaat snurken als de luchtwegen tussen de neusgaten en de stembanden vernauwd zijn. De lucht kan dan niet gewoon naar de longen. Op de plaats van de vernauwing stroomt de lucht sneller. Bovendien ontstaan er luchtwervelingen. Door deze veranderingen in de luchtstroom ontstaat het snurkgeluid.

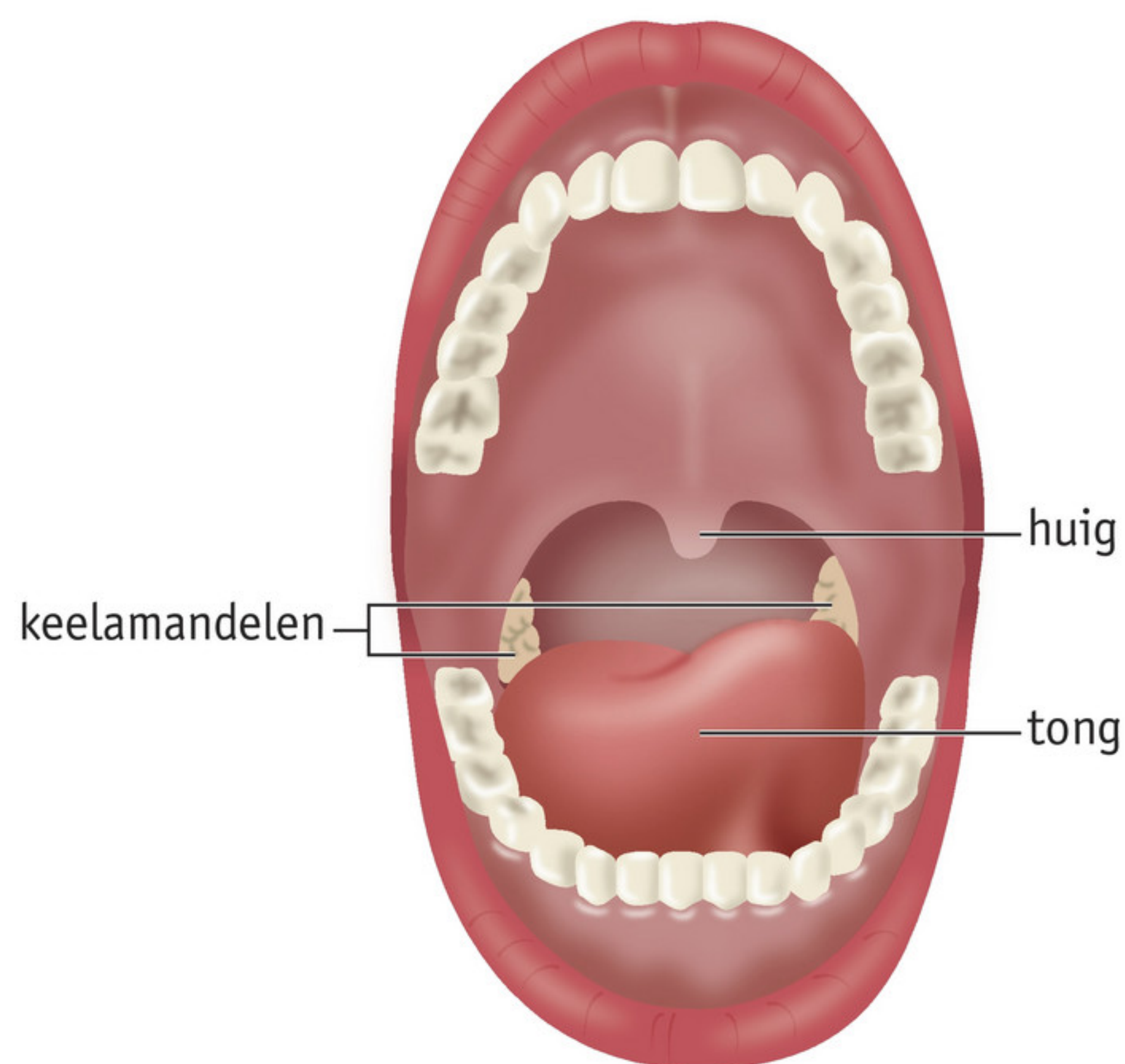
Zo'n vernauwing kan ontstaan doordat de keelamandelen vergroot zijn (zie afbeelding 47). De luchtwegen kunnen ook vernauwen doordat de tong naar achteren glijdt (zie afbeelding 48). De tong is een spier. Tijdens het slapen ontspannen de spieren zich. Dat geldt ook voor de tong. Als je op je rug slaapt, kan de tong naar achteren glijden en de luchtwegen nauwer maken.

▼ **Afb. 46** Adamsappel.

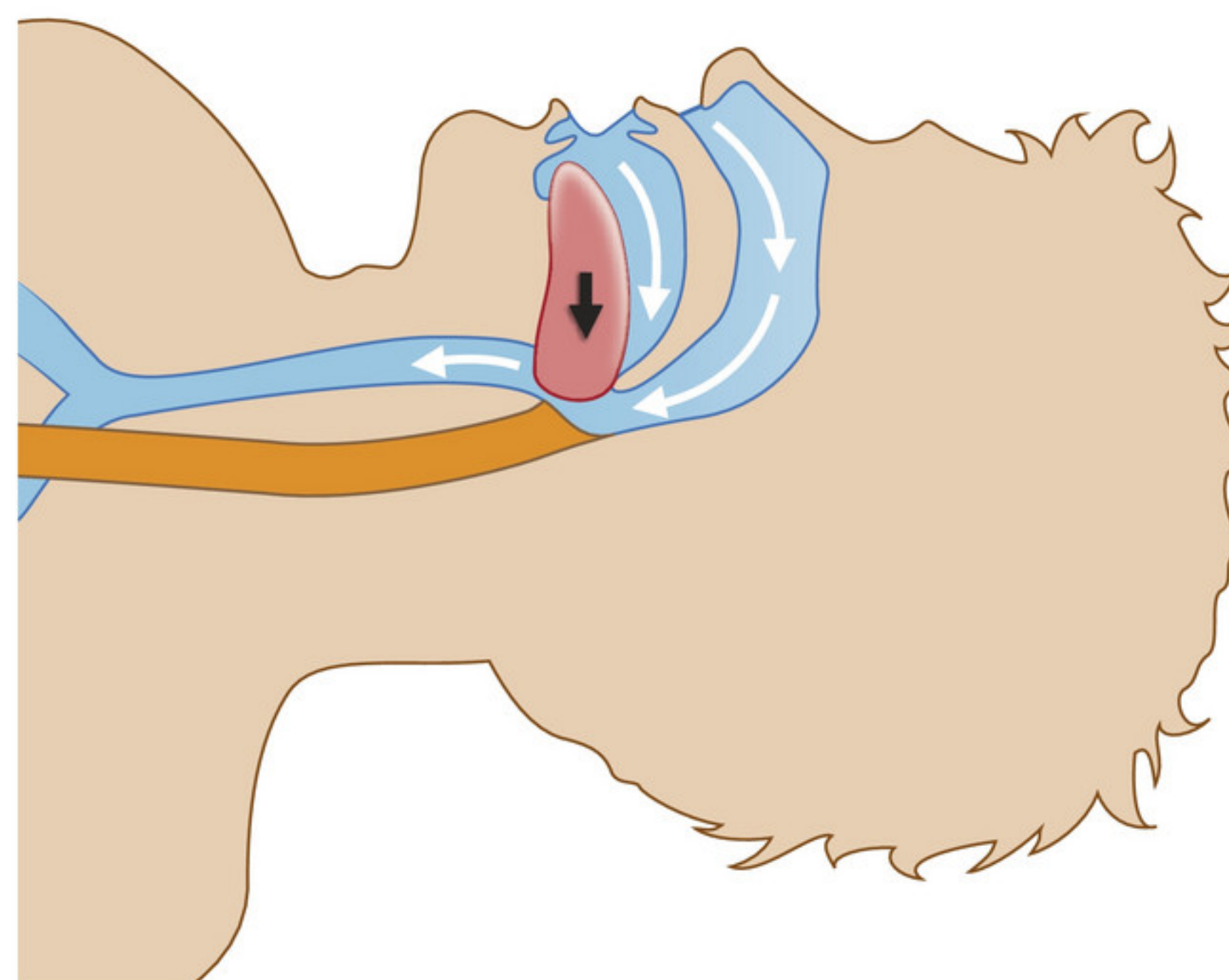


adamsappel

▼ **Afb. 47** Vergrote keelamandelen vernauwen de luchtwegen.



▼ **Afb. 48** De tong zakt naar achteren, de luchtwegen worden nauwer.



SLAAPAPNEU

Slaapapneu gaat vaak samen met snurken. Bij slaapapneu treedt er regelmatig een ademstilstand op tijdens het slapen. Bij apneu stopt de ademhaling meer dan vijf keer per uur voor minstens tien seconden. Hierdoor kunnen de hersenen te weinig zuurstof krijgen. Als dat gebeurt, geven de hersenen een alarmsignaal af. Door dit signaal ga je minder diep slapen of word je helemaal wakker. Dit kan meerdere keren per nacht gebeuren. Als je wakker wordt, is de luchtweg weer vrij. Mensen die last hebben van slaapapneu, slapen minder diep.

Slaapapneu ontstaat vaak, net als snurken, doordat de luchtwegen vernauwd zijn. Deze vernauwing kan worden opgeheven door tijdens het slapen een speciale beugel te gebruiken (zie afbeelding 49). De beugel trekt de onderkaak iets naar voren, waardoor de luchtpijp verder wordt geopend.

► **Afb. 49** Beugel om slaapapneu tegen te gaan.



Sommige mensen gebruiken een beademingsmasker om slaapapneu te voorkomen (zie afbeelding 50). Via zo'n masker wordt lucht in de luchtwegen gebracht. Hierdoor blijven de luchtwegen goed open.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 96

► **Afb. 50** Mensen met slaapapneu gebruiken soms een speciaal masker.



Examentrainer

ASTMA

Bron: examen vmbo-k 2012-2, vraag 23.

Bij sommige mensen kan huisstof of stuifmeel een astma-aanval veroorzaken. Kringspieren in de kleinste vertakkingen van de bronchiën trekken dan samen en er wordt extra slijm geproduceerd. Hierdoor wordt de ademhaling moeilijker.

- 1p **1** Leg uit dat de ademhaling moeilijker wordt door het samentrekken van deze spieren en de slijmproductie.

UITADEMING METEN

Bron: examen vmbo-k 2009-1, vraag 1.

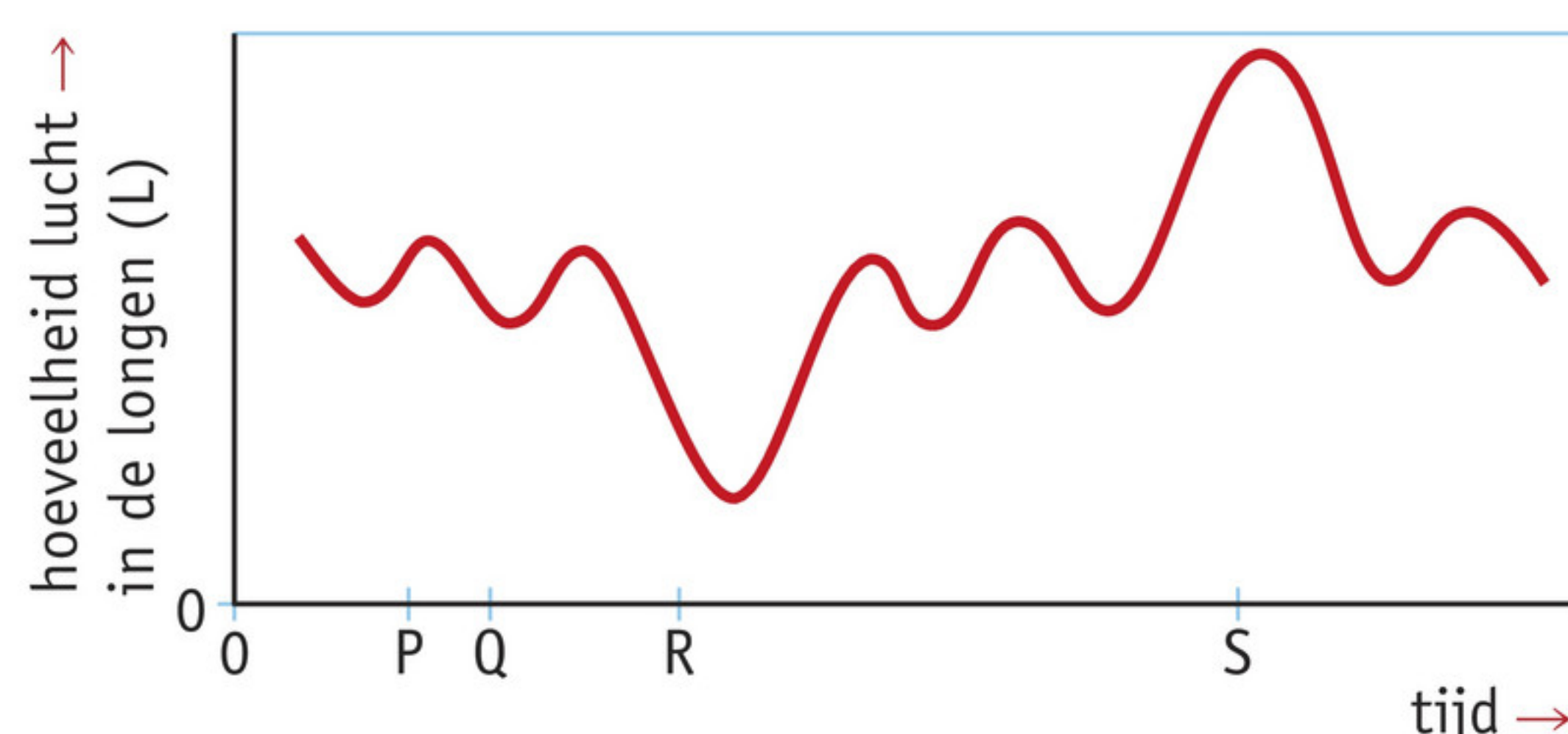
Bij een onderzoek naar de conditie van een aantal leerlingen wordt gemeten hoeveel lucht ze kunnen uitademen. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een spirometer (zie afbeelding 51).

▼ **Afb. 51** Spirometer.



Het diagram in afbeelding 52 geeft de hoeveelheid lucht in de longen van Tomas weer gedurende een bepaalde tijd. In die tijd ademt hij één keer zo diep mogelijk uit door de spirometer.

▼ **Afb. 52** Hoeveelheid lucht in de longen uitgezet tegen de tijd.



- 1p **2** Welke letter in het diagram geeft het tijdstip aan waarop Tomas zo diep mogelijk uitademt?
- A Letter P.
 - B Letter Q.
 - C Letter R.
 - D Letter S.

PCD

Bron: examen vmbo-k 2012-1, vraag 23 en 24.

PCD is de afkorting van de naam van een erfelijke ziekte. Bij iemand met PCD kunnen de trilharen in de luchtwegen het slijm niet goed afvoeren.

- 1p **3** Geef de naam van een deel van de luchtwegen waarin zich trilharen bevinden.

Om het opgehoopte slijm uit de luchtwegen te verwijderen, moet iemand met PCD vaak hoesten.

- 1p **4** Verandert de inhoud van de borstkas als je hoest?
- A Ja, de inhoud van de borstkas wordt groter.
 - B Ja, de inhoud van de borstkas wordt kleiner.
 - C Nee.

ROKEN

Bron: examen vmbo-k 2013-2, vraag 29 en 30.

Marco rookt sinds enkele jaren. Hij merkt dat hij bij inspanning veel sneller moe wordt dan toen hij nog niet rookte. Dit komt onder andere doordat nicotine vernauwing van bloedvaten veroorzaakt. Dit heeft tot gevolg dat er in zijn spieren minder verbranding kan plaatsvinden.

- 1p **5** Leg uit hoe het komt dat er als gevolg van bloedvatvernauwing minder verbranding in de spieren kan plaatsvinden.

Sinds Marco rookt, hoest hij vaak. Als hij hoest, trekken zijn buikspieren krachtig samen.

- 1p **6** Beweegt zijn middenrif daardoor omhoog of omlaag? En ademt hij dan in of uit?
- A Zijn middenrif gaat dan omhoog en hij ademt in.
 - B Zijn middenrif gaat dan omhoog en hij ademt uit.
 - C Zijn middenrif gaat dan omlaag en hij ademt in.
 - D Zijn middenrif gaat dan omlaag en hij ademt uit.

ADEMHALING

Naar: examen vmbo-k 2016-1, vraag 32.

Enkele delen van het ademhalingsstelsel zijn de bronchiën, de longblaasjes en de luchtpijp.

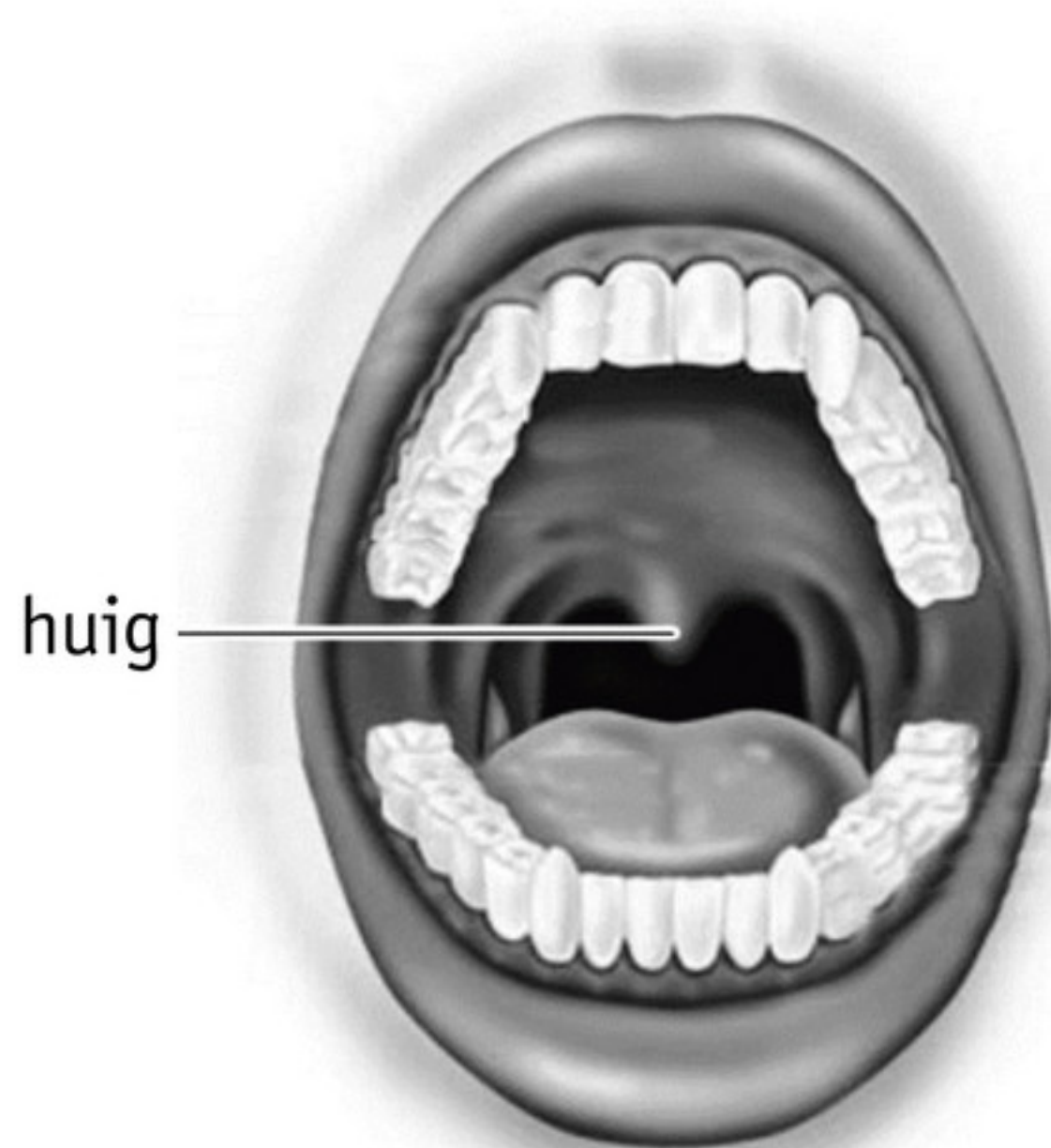
- 1p 7 In welke volgorde stroomt de lucht door deze delen naar binnen als Dorien diep inademt?
- A Bronchiën – longblaasjes – luchtpijp.
 - B Bronchiën – luchtpijp – longblaasjes.
 - C Longblaasjes – bronchiën – luchtpijp.
 - D Longblaasjes – luchtpijp – bronchiën.
 - E Luchtpijp – bronchiën – longblaasjes.
 - F Luchtpijp – longblaasjes – bronchiën.

DE HUIG

Bron: examen vmbo-k 2016-1, vraag 1.

Als je je mond opendoet, is achter in je mondholte de huig te zien (zie afbeelding 53).

▼ Afb. 53



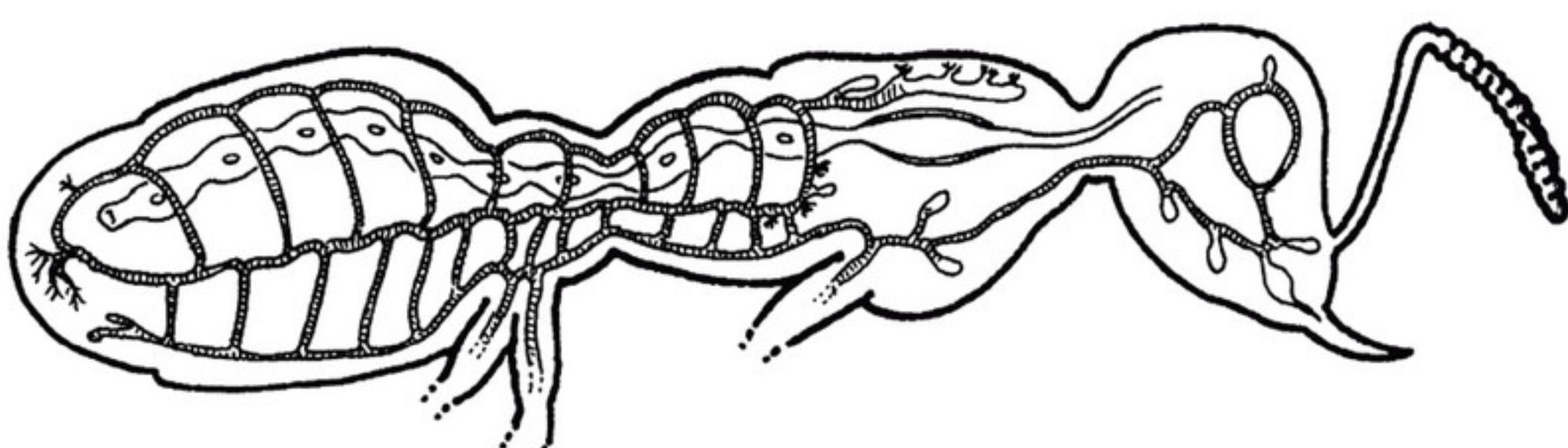
- 1p 8 Wat is de functie van de huig?
- A De huig sluit de luchtpijp af tijdens het slikken.
 - B De huig sluit de neusholte af tijdens het slikken.
 - C De huig sluit de slokdarm af tijdens het slikken.

EEN BIJ

Bron: examen vmbo-k 2014-1, vraag 13.

In afbeelding 54 zie je een tekening van het lichaam van een bij met daarin onder andere de tracheeën.

▼ Afb. 54



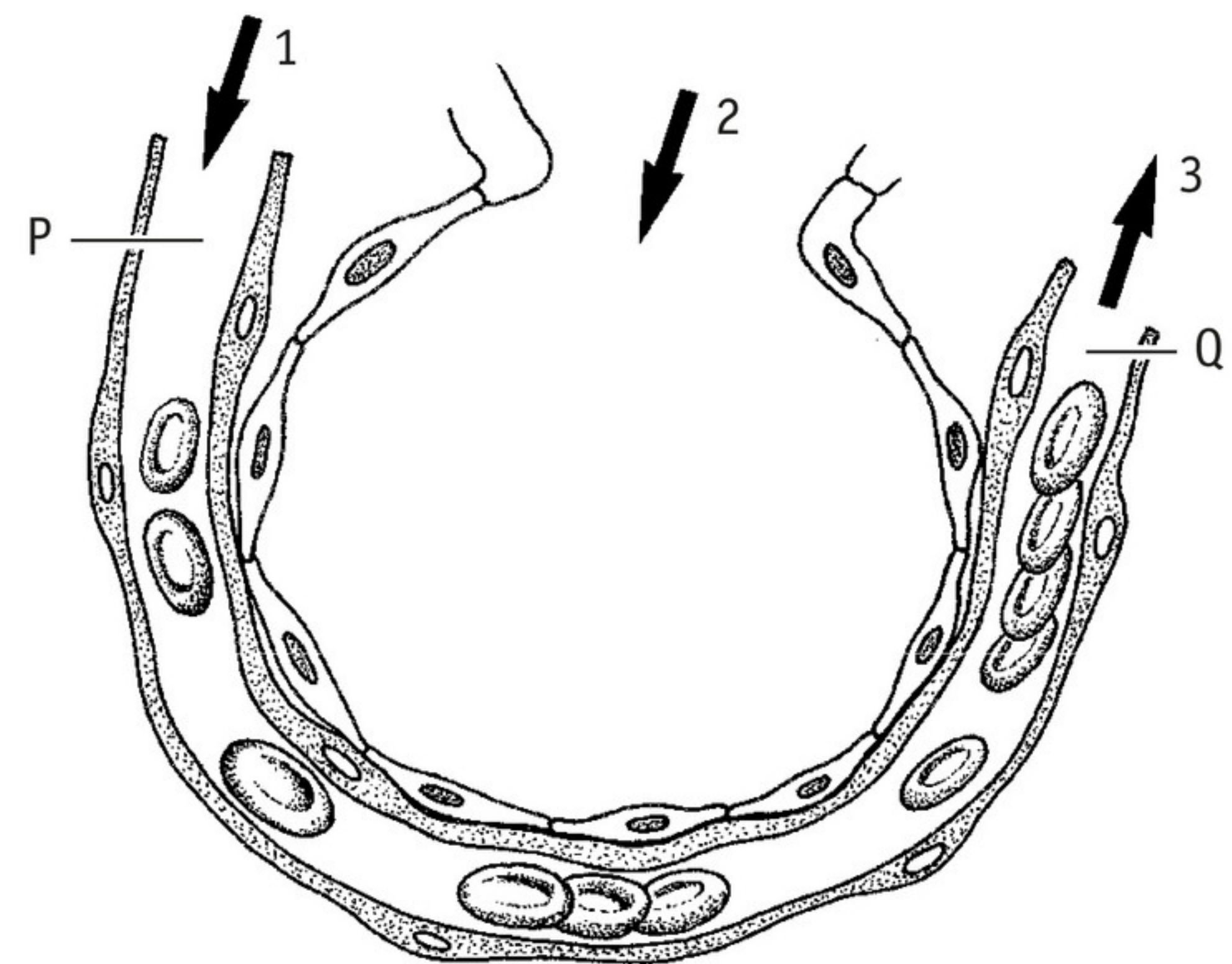
- 1p 9 Tot welk orgaanstelsel behoren de tracheeën?
- A Tot het ademhalingsstelsel.
 - B Tot het bloedvatstelsel.
 - C Tot het verteringsstelsel.
 - D Tot het zenuwstelsel.

ADEMHALING

Bron: examen vmbo-k 2015-2, vraag 13 en 14.

In afbeelding 55 zie je schematisch een longblaasje met een haarvat op een bepaald moment tijdens de ademhaling. Pijl 1 en pijl 3 geven de stroomrichting van het bloed aan. Pijl 2 geeft de richting aan waarin de lucht stroomt.

▼ Afb. 55



De letters P en Q geven twee plaatsen in het haarvat aan.

- 1p 10 Op welke plaats is het gehalte aan zuurstof in het bloed het hoogst: op plaats P of op plaats Q? Leg je antwoord uit.

Pijl 2 geeft aan dat de lucht het longblaasje instroomt. De borstkas en het middenrif bewegen dan.

- 1p 11 Kruis in het schema aan in welke richting de borstkas en het middenrif bewegen tijdens de inademing.

6 Transport



BASISSTOF

- 1 Bloed
- 2 De bloedsomloop
- 3 Het hart
- 4 De bloedvaten
- 5 Hart- en vaatziekten
- 6 Weefselvloeistof en lymfe

86
92
94
99
103
107

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

110
114

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Verpleegkundige
- 2 Practicum: de bouw van een zoogdierhart
- 3 Onderzoek van hart en bloedvaten

122
123
124

EXAMENTRAINER

126



Transporteren is vervoeren. In je lichaam worden veel stoffen vervoerd. Dit gebeurt vooral door het bloed dat door je bloedvaten stroomt. Je hart pompt het bloed door je lichaam. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, wordt de bloedsomloop genoemd. Het lymfevatenstelsel heeft ook een transportfunctie. Maar het is ook belangrijk bij de afweer tegen ziekten.

In dit thema leer je uit welke bestanddelen je bloed is samengesteld. Je leert hoe je bloedsomloop, hart en lymfevatenstelsel zijn gebouwd en werken. Ook leer je wat er aan de hand is bij enkele hart- en vaatziekten.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Bloed

Bloed is van levensbelang. Het vervoert niet alleen allerlei stoffen, maar transporteert ook warmte door ons lichaam.

Een volwassen mens heeft vijf tot zes liter bloed. Bloed bestaat uit een vloeistof die bloedplasma heet. In het bloedplasma bevinden zich bloedcellen en bloedplaatjes. Er zijn twee soorten bloedcellen: rode bloedcellen en witte bloedcellen (zie afbeelding 1).

In afbeelding 2 zie je twee reageerbuizen met bloed. Buis 1 is vers bloed. Buis 2 heeft enkele dagen gestaan. De bloedcellen en bloedplaatjes zakken dan naar de bodem. Boven de bloedcellen en bloedplaatjes bevindt zich een gelige, doorzichtige laag. Deze laag is het bloedplasma.

Bloed bestaat voor ongeveer 55% uit bloedplasma (zie afbeelding 3). Ongeveer 45% van het bloed bestaat uit bloedcellen en bloedplaatjes.

▼ **Afb. 1** Bloedplasma en bloedcellen (gekleurd, vergroting 950×).



witte bloedcel
rode bloedcel
bloedplasma

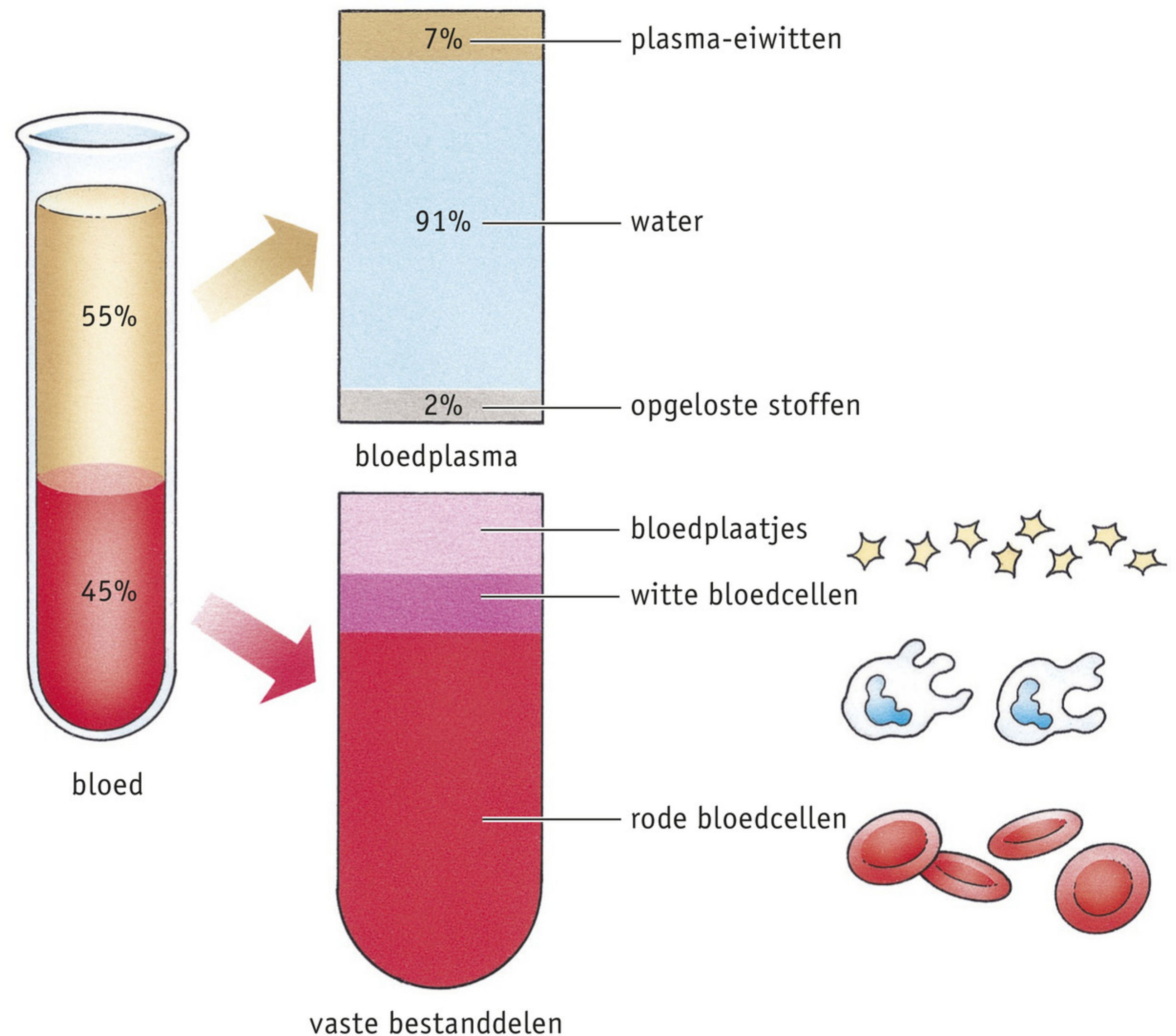
▼ **Afb. 2** Reageerbuizen met bloed.



1 vers bloed

2 bloed dat enkele
dagen heeft gestaan

► **Afb. 3** De samenstelling van bloed (schematisch).



Bij de vertering van voeding in het spijsverteringsstelsel komen voedingsstoffen vrij. Deze voedingsstoffen komen via het bloed bij alle cellen van je lichaam. Door ademhaling komt zuurstof via de longen in het bloed. Het bloed vervoert de zuurstof naar de cellen. In de cellen wordt een deel van de voedingsstoffen verbrand. De afvalstoffen die daarbij ontstaan, worden door het bloed afgevoerd. Mede door de constante aanvoer en afvoer van stoffen blijft een organisme in leven. Daarnaast regelt het bloedplasma de verdeling van de warmte in je lichaam. Hierdoor blijft de lichaamstemperatuur constant.

BLOEDPLASMA

Bloedplasma bestaat voor 7% uit eiwitten (plasma-eiwitten) en voor 91% uit water (zie afbeelding 3). De rest van het bloedplasma bestaat uit stoffen die in het water zijn opgelost.

Een van de plasma-eiwitten is fibrinogeen. Fibrinogeen heeft een functie bij de bloedstolling.

Bloedplasma vervoert verschillende stoffen, zoals voedingsstoffen en afvalstoffen. Het bloedplasma vervoert ook hormonen, enzymen, antistoffen en een kleine hoeveelheid zuurstof.

Tot de voedingsstoffen behoren onder andere glucose, mineralen (zouten) en vitaminen. Ook de verteringsproducten van koolhydraten, eiwitten en vetten zijn voedingsstoffen. Tot de afvalstoffen behoort onder andere koolstofdioxide.

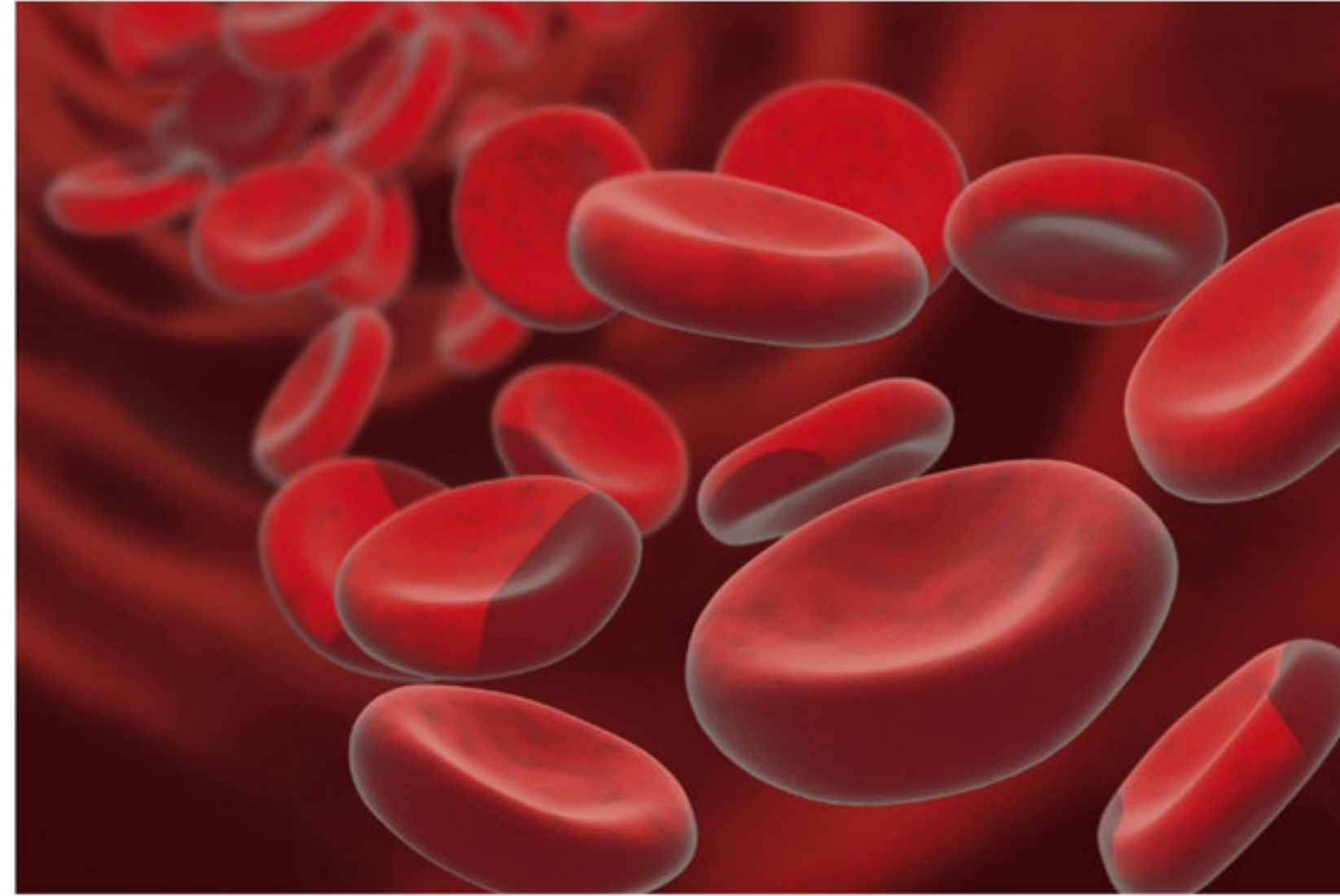
Je hebt geleerd dat hormonen en enzymen allerlei processen in je lichaam regelen.

Antistoffen zijn eiwitten die je lichaam beschermen tegen infecties. Als je geneesmiddelen gebruikt, worden die ook door het bloedplasma vervoerd.

RODE BLOEDCELLEN

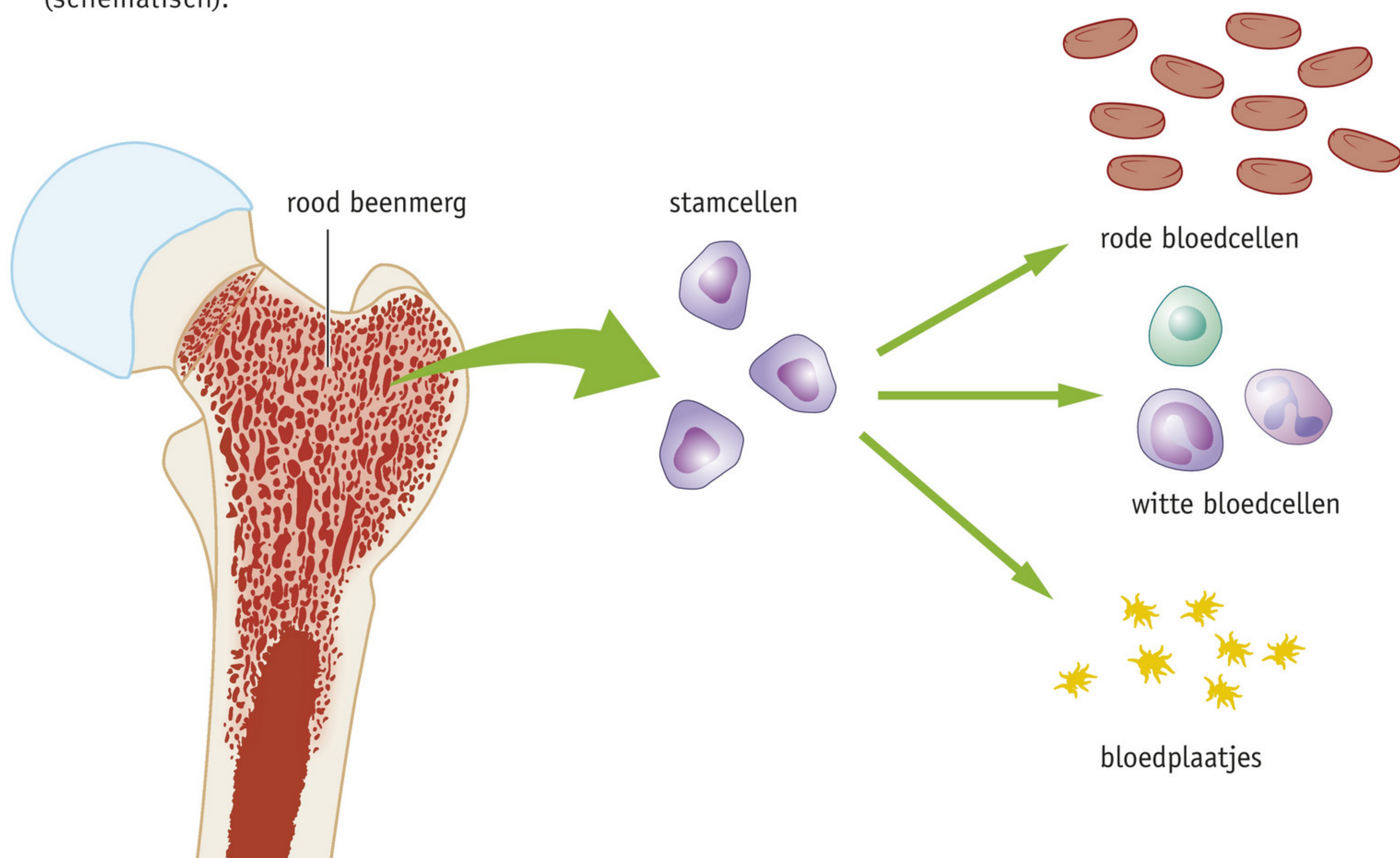
Rode bloedcellen zijn ronde schijfjes met in het midden aan beide kanten een indeuking (zie afbeelding 4). Rode bloedcellen hebben geen celkern. Ze worden na ongeveer vier maanden afgebroken door het rode beenmerg, de lever en de milt.

► **Afb. 4** Rode bloedcellen (vergroting 3000×).



Er worden voortdurend nieuwe rode bloedcellen gevormd. Rode bloedcellen ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg. Ook witte bloedcellen en bloedplaatjes ontstaan uit deze stamcellen (zie afbeelding 5). Het rode beenmerg bevindt zich in de koppen van pijpbeenderen (bijvoorbeeld opperarmbeen en dijbeen). Platte beenderen (bijvoorbeeld ribben en heupbeenderen) bevatten ook rood beenmerg.

▼ **Afb. 5** Het ontstaan van rode en witte bloedcellen en bloedplaatjes uit stamcellen in het rode beenmerg (schematisch).



Rode bloedcellen vervoeren zuurstof. Ze bevatten het eiwit hemoglobine. **Hemoglobine** veroorzaakt de rode kleur van de bloedcel. Door hemoglobine kunnen de rode bloedcellen gemakkelijk zuurstof opnemen en afgeven. Eén kubieke millimeter bloed bevat ongeveer 5 000 000 (vijf miljoen) rode bloedcellen. Het lichaam kan extra rode bloedcellen aanmaken als dat nodig is. Dat gebeurt bijvoorbeeld in hooggelegen gebieden. Op grote hoogte zit minder zuurstof in de lucht. De extra rode bloedcellen zorgen voor voldoende toevoer van zuurstof naar organen en spieren (zie afbeelding 6).

Hemoglobine bevat ijzer. Het rode beenmerg heeft dan ook ijzerzouten nodig om hemoglobine te maken. Een tekort aan ijzerzouten in de voeding kan bloedarmoede veroorzaken. Er is dan een tekort aan rode bloedcellen. Hierdoor wordt er onvoldoende zuurstof naar de spieren vervoerd. De spieren werken dan minder goed. Iemand met bloedarmoede voelt zich voortdurend moe.

De rode rode bloedcellen worden afgebroken. Het ijzer dat bij de afbraak vrijkomt, wordt opnieuw gebruikt bij de aanmaak van hemoglobine voor nieuwe rode bloedcellen.

▼ Afb. 6

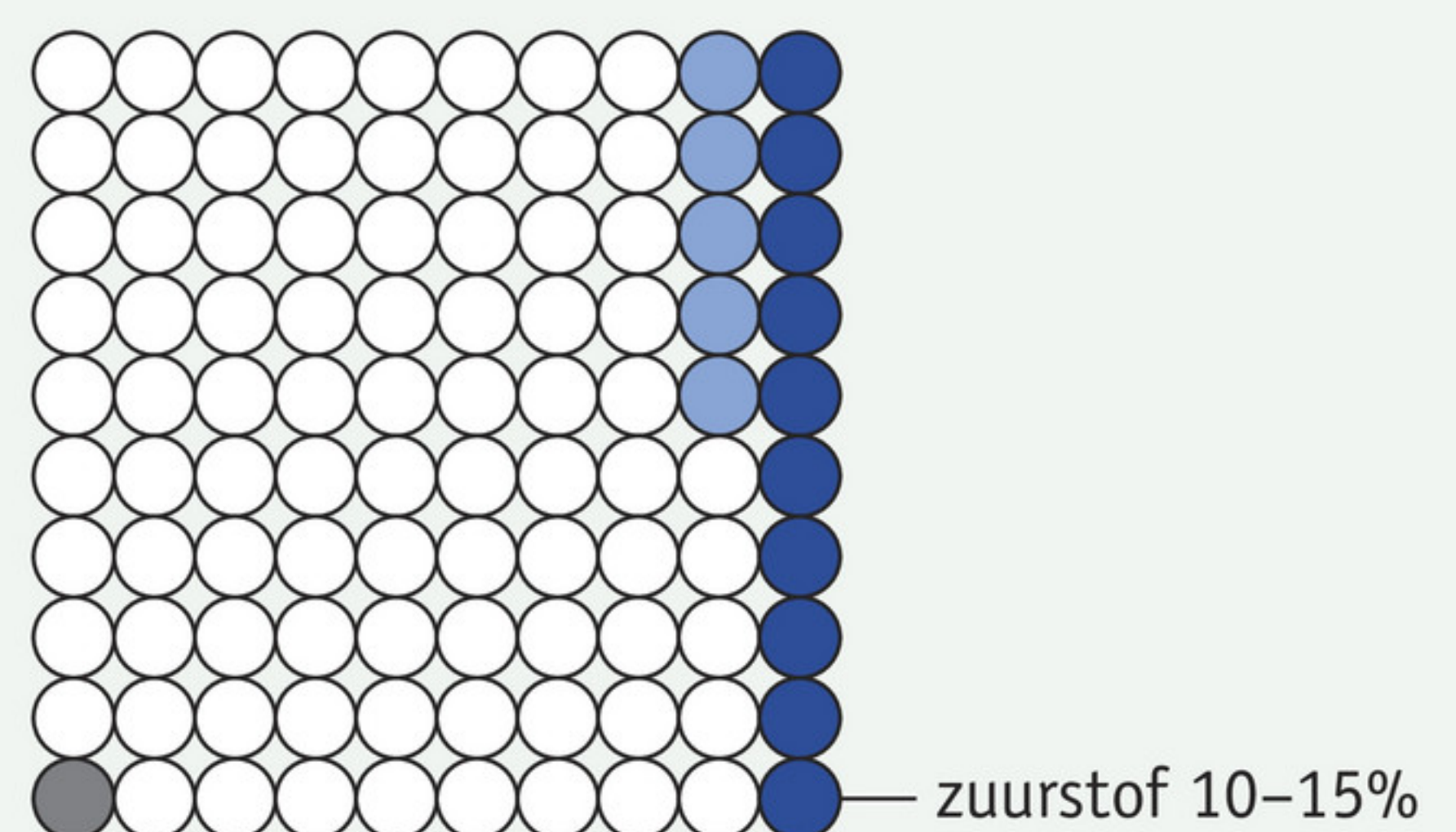
Hoogtetraining

Sporters gaan voor een belangrijke wedstrijd vaak een aantal weken op grote hoogte (vanaf 2000 m) trainen. Op die hoogte zit er minder zuurstof in de lucht. Het lichaam past zich daaraan aan. Het lichaam gaat meer van het hormoon epo (erythropoëetine) aanmaken. Epo zorgt voor extra aanmaak van rode bloedcellen. Er komt zo toch genoeg zuurstof bij de organen en spieren. Als de sporter weer op zeeniveau komt, blijven de extra

rode bloedcellen nog een tijdje in het bloed. De spieren krijgen dan extra veel zuurstof. Hierdoor kan de sporter goed presteren in een wedstrijd. Sommige sporters willen dit voordeel sneller bereiken. Ze spuiten dan epo in hun lichaam. Dit is verboden. We noemen dit doping. Als er in het bloed van een sporter te veel epo wordt gevonden, mag de sporter niet meer meedoen aan wedstrijden.



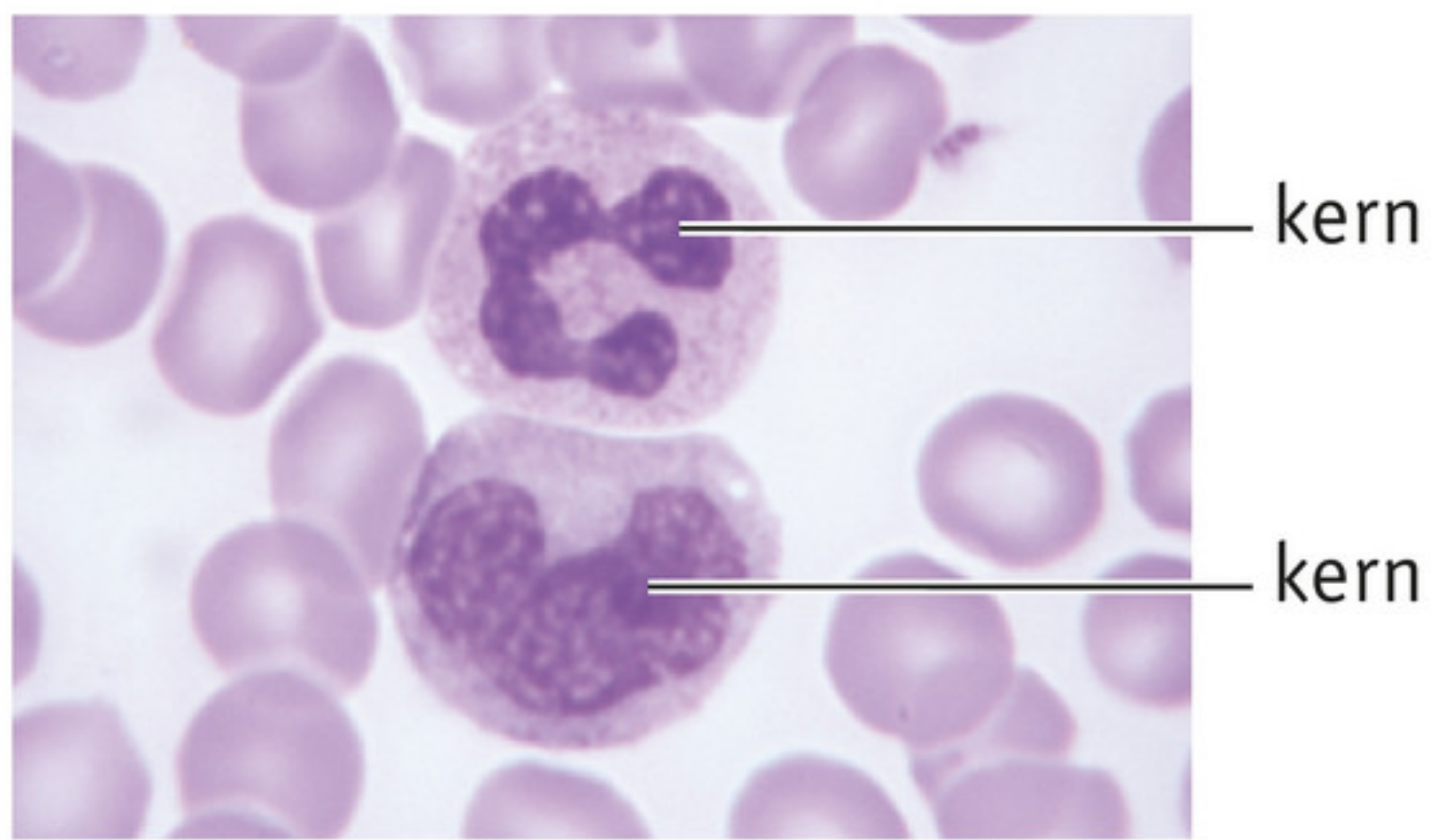
1 sporter ademt lucht met minder zuurstof in



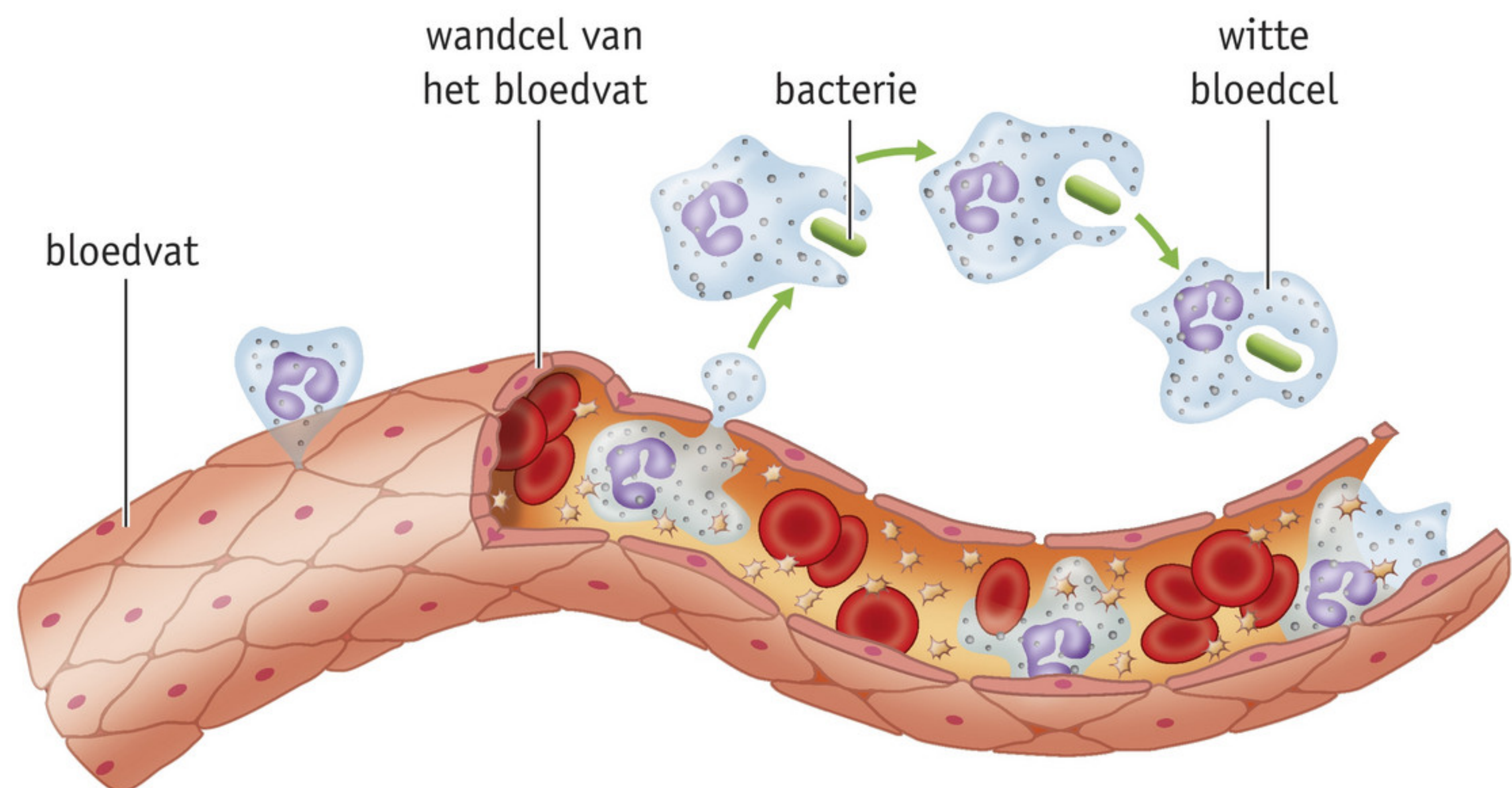
2 onder invloed van het zuurstoftekort produceren de nieren epo

3 epo prikkelt het beenmerg tot een verhoogde aanmaak van rode bloedcellen

▼ **Afb. 7** Witte bloedcellen (vergroting 950×).



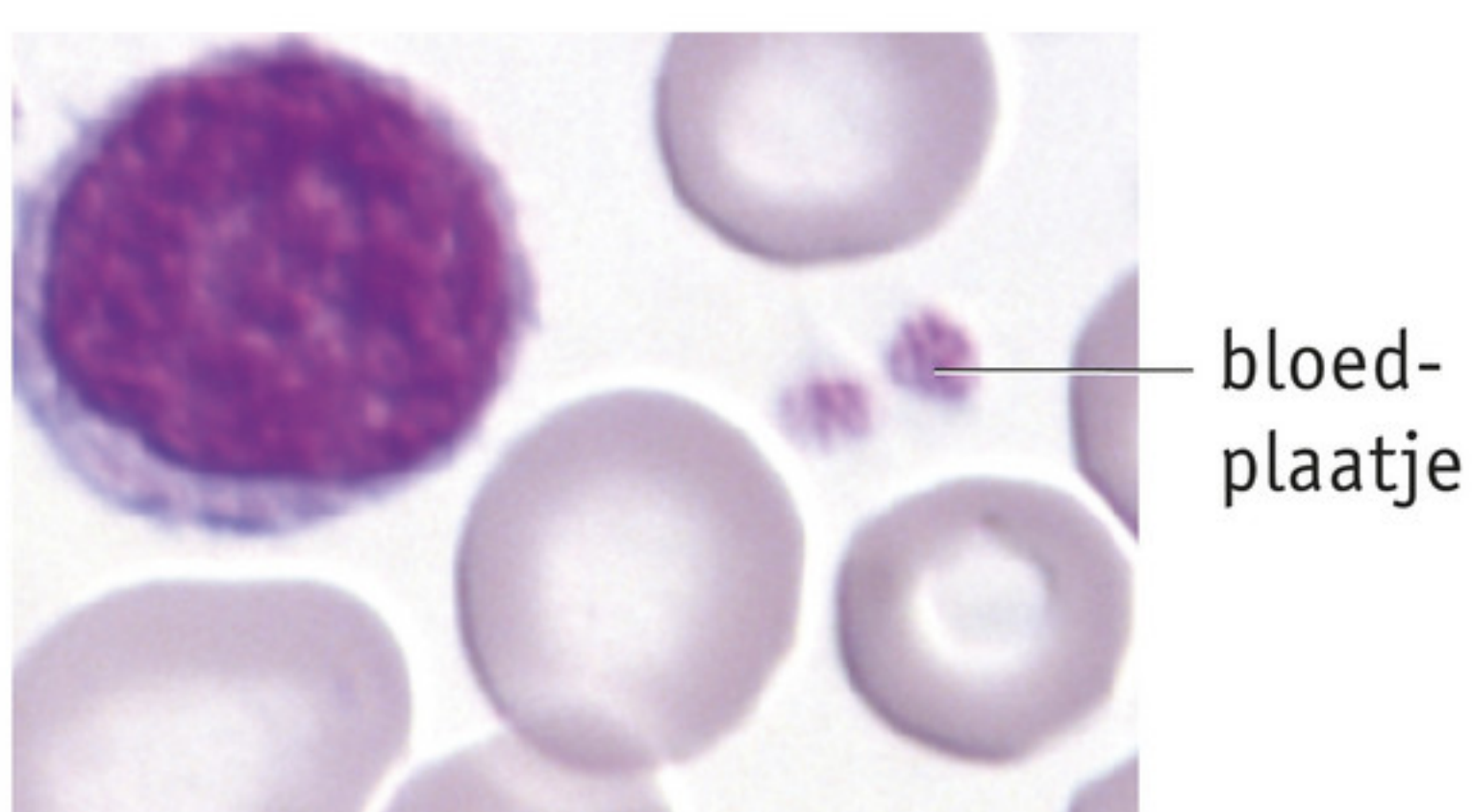
► **Afb. 8** Witte bloedcellen maken bacteriën onschadelijk door ze in te sluiten (schematisch).



▼ **Afb. 9** Een ontstoken wond met etter.



▼ **Afb. 10** Bloedplaatjes (gekleurd, vergroting 1900×).



WITTE BLOEDCELLEN

Eén kubieke millimeter bloed bevat ongeveer 7000 witte bloedcellen. **Witte bloedcellen** hebben een celkern (zie afbeelding 7). Witte bloedcellen hebben geen vaste vorm. Daardoor kunnen ze door kleine openingen in de wand van de kleinste bloedvaten heen (zie afbeelding 8). Witte bloedcellen maken ziekteverwekkers (bijvoorbeeld bacteriën) onschadelijk.

Er zijn verschillende typen witte bloedcellen. Sommige witte bloedcellen bestrijden ziekteverwekkers. Wanneer er bijvoorbeeld bacteriën je lichaam zijn binnengedrongen, kunnen deze witte bloedcellen de bacteriën insluiten (zie afbeelding 8). De bacteriën komen dan in de witte bloedcellen te liggen en gaan dood. De witte bloedcellen gaan hierbij meestal ook dood. Dit gebeurt bijvoorbeeld als een wond is ontstoken. Dan komt etter of pus uit de wond (zie afbeelding 9). Etter bestaat uit dode witte bloedcellen en gedode bacteriën. In etter komen vrijwel altijd ook nog levende bacteriën voor. Andere witte bloedcellen ruimen dode celresten op. Er zijn ook witte bloedcellen die antistoffen vormen. Deze antistoffen bestrijden ziekteverwekkers.

Witte bloedcellen worden gevormd uit stamcellen in het rode beenmerg (zie afbeelding 5). De witte bloedcellen die antistoffen maken, ontwikkelen zich daarna verder in lymfeknopen.

In het beenmerg kan een vorm van kanker ontstaan. Er worden dan grote hoeveelheden onrijpe witte bloedcellen gevormd. Deze ziekte heet **leukemie**. De onrijpe witte bloedcellen werken niet goed. Hierdoor is het lichaam niet goed beschermd tegen infecties. Ook worden er minder rode bloedcellen en bloedplaatjes gevormd. Een tekort aan rode bloedcellen zorgt voor bloedarmoede. Te weinig bloedplaatjes veroorzaakt problemen met de stolling van het bloed.

BLOEDPLAATJES

Bloedplaatjes zijn geen cellen, maar delen van cellen (zie afbeelding 10). Ze ontstaan doordat cellen uiteenvallen (zie afbeelding 5). Bloedplaatjes hebben geen celkern.

In één kubieke millimeter bloed zitten ongeveer 300 000 bloedplaatjes. Bloedplaatjes spelen een rol bij de bloedstolling. Ze bevatten stoffen die ervoor zorgen dat het bloed buiten de bloedvaten stolt (zie afbeelding 11).

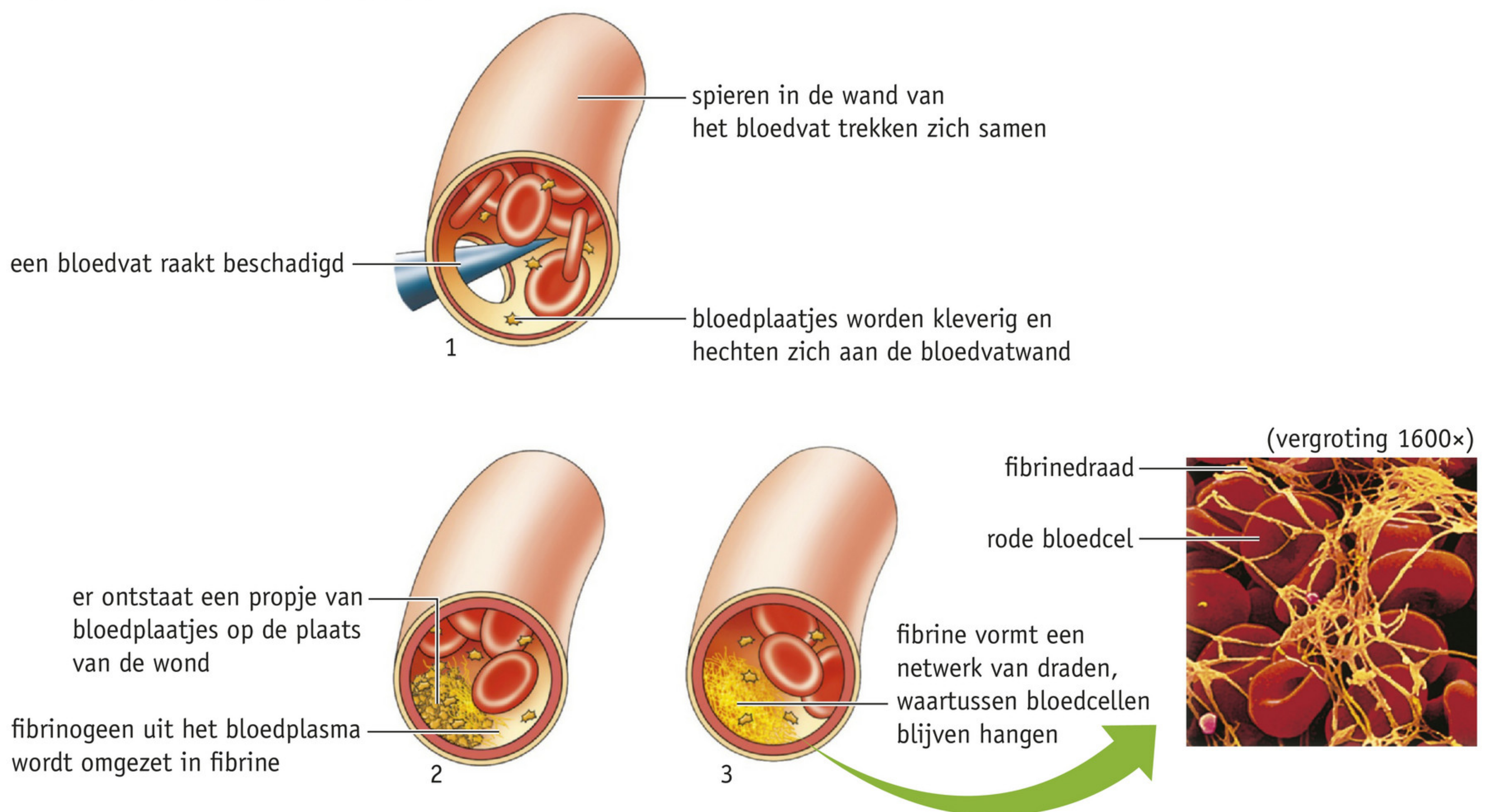
▼ **Afb. 11** Bloed buiten de bloedvaten stolt.



In afbeelding 12 is weergegeven wat er gebeurt als een bloedvat beschadigd raakt. Bij beschadiging van een bloedvat wordt bloedverlies tegengegaan. Dat gebeurt op verschillende manieren. Spieren in de wand van het bloedvat trekken samen. Het bloedvat wordt hierdoor nauwer. Er stroomt dan minder bloed door het beschadigde bloedvat.

Door de verwonding worden bloedplaatjes kleverig. De bloedplaatjes kleven aan elkaar en ze kleven aan de beschadigde wand van het bloedvat. Hierdoor ontstaat een propje van bloedplaatjes op de plaats van de wond (zie afbeelding 12.2). Uit de samengeklonterde bloedplaatjes komen stoffen vrij. Door deze stoffen wordt fibrinogeen uit het bloedplasma omgezet in fibrine. Fibrine vormt een netwerk van draden op de wond. Tussen deze draden blijven bloedcellen hangen (zie afbeelding 12.3). Hierdoor ontstaat een bloedstolsel dat de wond afsluit. Daardoor stopt het bloeden.

▼ **Afb. 12** Bloedstolling (schematisch).



▼ **Afb. 13** Op een wond ontstaat een korstje.



De fibrinedraden met de bloedcellen drogen in. Hierdoor ontstaat een korstje (zie afbeelding 13). Na verloop van tijd worden de fibrinedraden langzaam afgebroken. Het korstje laat dan los. De wond is intussen genezen. Soms stolt het bloed binnen de bloedvaten terwijl het bloedvat niet is beschadigd. Er ontstaat dan een bloedstolsel. Het bloedstolsel kan een bloedvat afsluiten. Dit kan op de plaats zelf, of verderop in de bloedsomloop gebeuren. Dit noemen we trombose.

WB OPDRACHT 1 T/M 8 BLZ. 100

WB PRACTICUM 1 BLZ. 134

2 De bloedsomloop

Als je alle bloedvaten van één mens achter elkaar zou leggen, kom je op een lengte van honderdduizend kilometer. Dat is 2,5 keer de omtrek van de aarde. Het **bloedvatenstelsel** van de mens bestaat uit het hart en de bloedvaten. Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten (zie afbeelding 14). Het hart pompt het bloed door de bloedvaten. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, noemen we de **bloedsomloop**.

► **Afb. 14** Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten.



In afbeelding 15 is de bloedsomloop van de mens schematisch getekend. In het midden is het hart getekend. Je ziet dat het hart bestaat uit twee helften: de rechter harthelft en de linker harthelft. De harthelften zijn van elkaar gescheiden door een tussenwand.

Je moet er bij alle afbeeldingen van het hart op letten dat je kijkt naar de voorkant van een persoon. De rechterkant van zijn lichaam zie je links in de afbeelding. Dat geldt ook voor de harthelften: de rechter harthelft staat links in de afbeelding en de linker harthelft rechts.

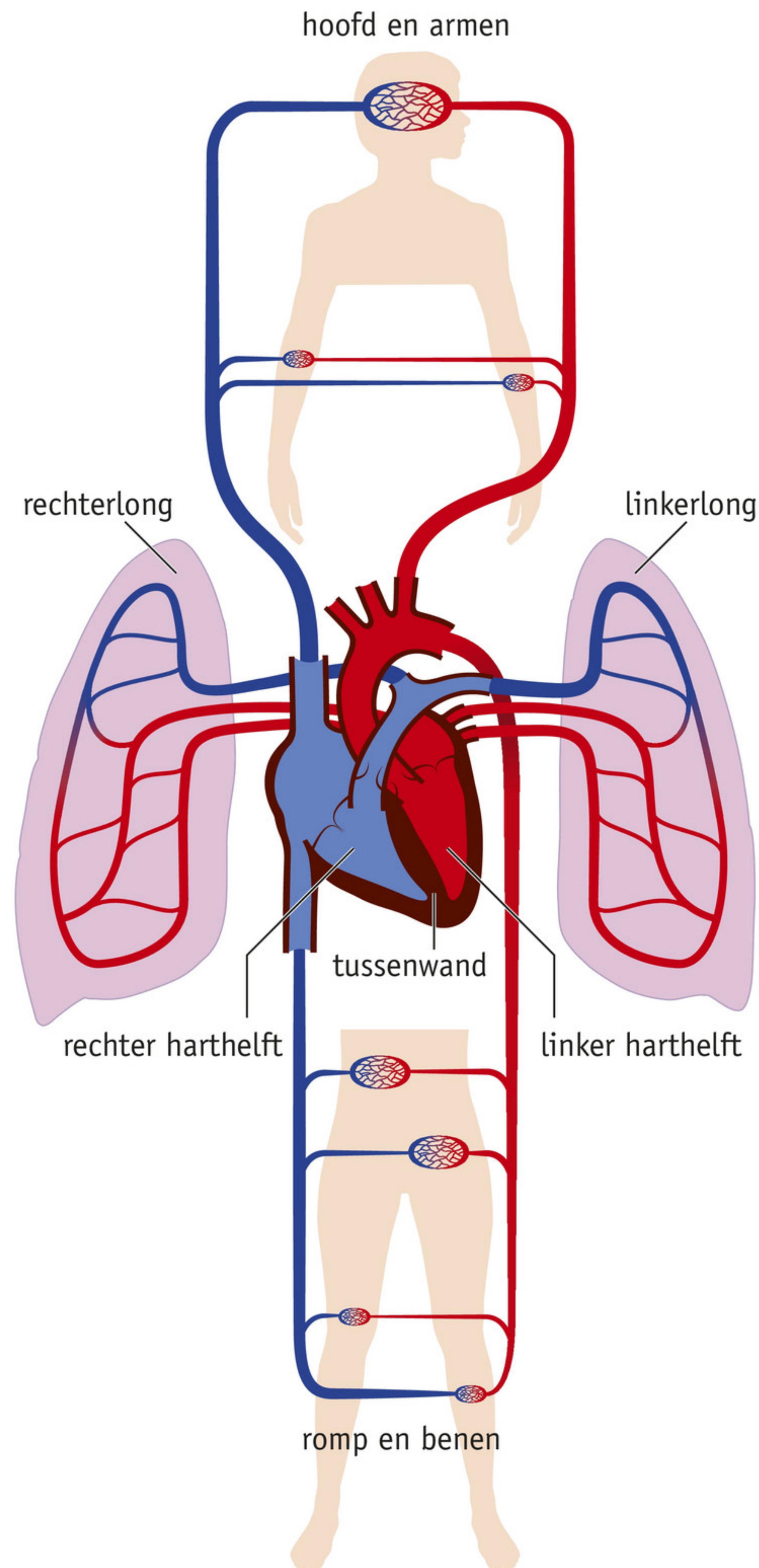
De bloedsomloop bij de mens is een **dubbele bloedsomloop**. Tijdens één complete rondgang door het lichaam stroomt het bloed twee keer door het hart. Het hart is een dubbele pomp.

KLEINE BLOEDSOMLOOP

De rechterhelft van het hart pompt het bloed naar de rechterlong en naar de linkerlong. Vanuit de beide longen stroomt het bloed weer terug naar het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **kleine bloedsomloop** (zie afbeelding 15).

In de longen wordt zuurstof opgenomen in het bloed. De zuurstof zit in de lucht die je inademt. In de longen wordt ook koolstofdioxide afgegeven aan de lucht die je uitademt.

► **Afb. 15** De dubbele bloedsomloop bij een mens (schematisch).



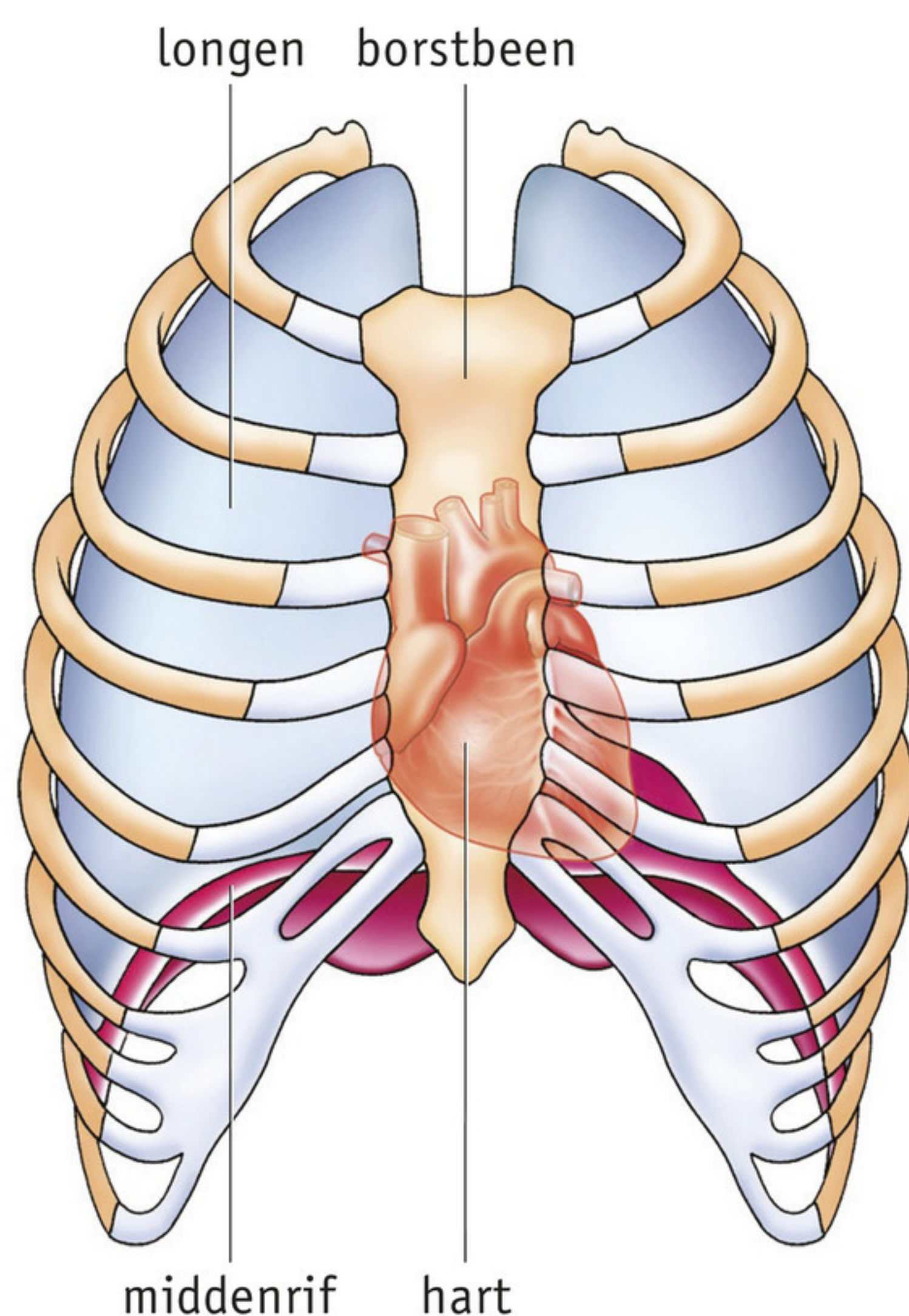
GROTE BLOEDSOMLOOP

Vanuit de kleine bloedsomloop komt het bloed in de linkerhelft van het hart. Deze hart helft pompt het bloed door het hele lichaam (zie afbeelding 15). Een deel van het bloed stroomt naar het hoofd en de armen. Een ander deel van het bloed stroomt naar de romp en de benen. Het bloed stroomt door de organen in al deze lichaamsdelen. Vanuit deze organen stroomt het bloed weer terug naar de rechterhelft van het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **grote bloedsomloop**.

In de grote bloedsomloop worden zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) afgegeven aan de cellen. Bij de verbranding produceren de cellen koolstofdioxide en andere afvalstoffen. Deze stoffen worden opgenomen in het bloed.

3 Het hart

▼ **Afb. 16** De ligging van het hart (schematisch).



Het hart ligt tussen de beide longen in de borstholte, iets links van het midden. Het hart en de longen worden beschermd door de ribben en het borstbeen (zie afbeelding 16). Je hart is ongeveer zo groot als je vuist.

BOUW VAN HET HART

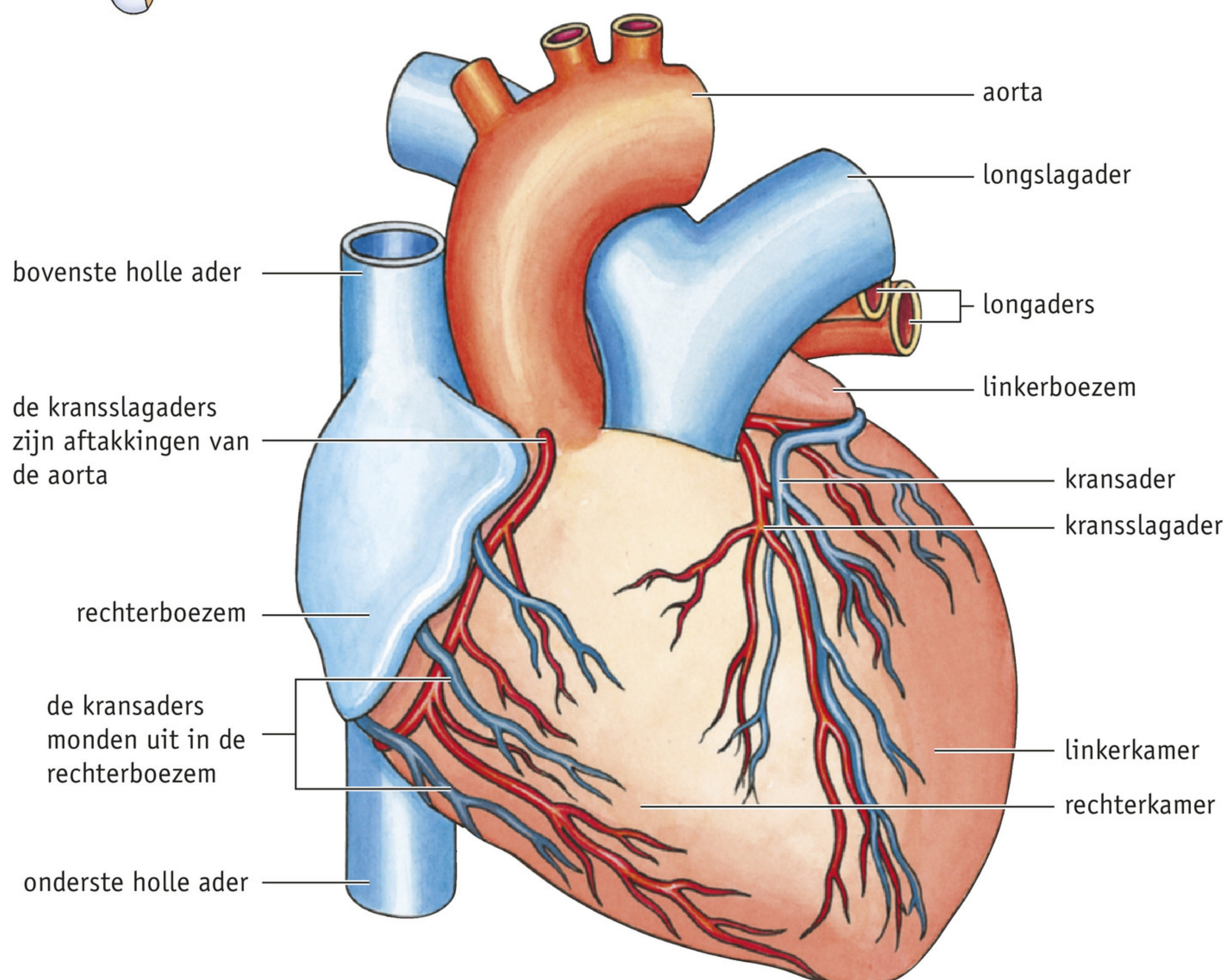
Afbeelding 17 is een schematische tekening van het hart met de aansluitende bloedvaten. Elke harthelft bestaat uit twee delen: een **boezem** en een **kamer**. De boezems zitten als een soort 'zakjes' op de kamers.

Het hart is een spier die van binnen hol is. De hartspier verbruikt zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) als het hart samentrekt. Daarbij komen koolstofdioxide en andere afvalstoffen vrij.

Op het hart liggen bloedvaten. Deze bloedvaten zorgen voor de aanvoer en afvoer van stoffen. We noemen deze bloedvaten kransslagaders en kransaders. Door de **kransslagaders** stroomt bloed naar de hartspier. Dit bloed bevat veel zuurstof en voedingsstoffen. De kransslagaders zijn aftakkingen van de aorta.

Door de **kransaders** stroomt bloed weg van de hartspier. Dit bloed bevat veel koolstofdioxide en andere afvalstoffen. De kransaders monden rechtstreeks uit in de rechterboezem.

▼ **Afb. 17** Het hart (buitenaanzicht, schematisch).

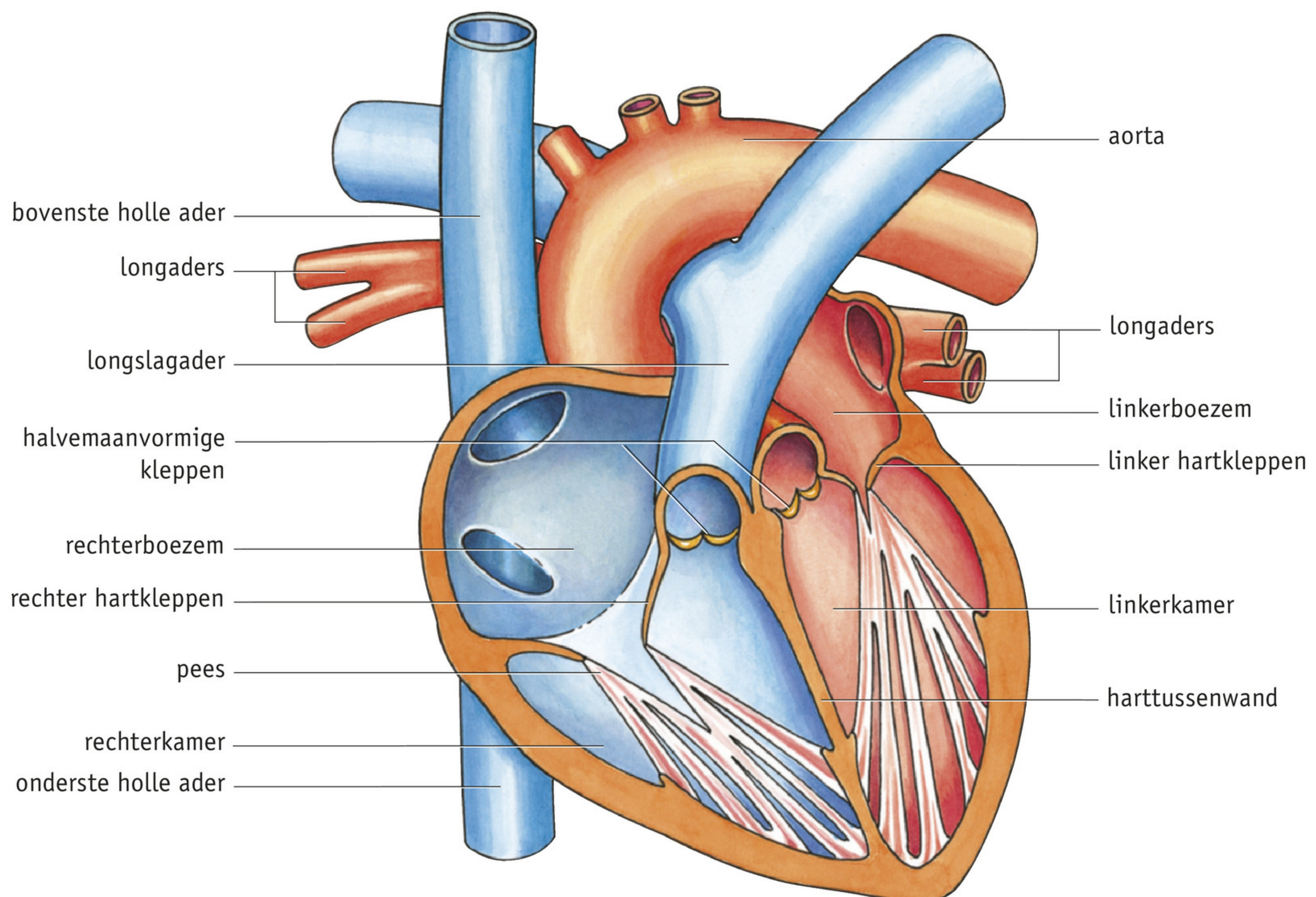


In afbeelding 18 zie je een schematische tekening van een lengtedoorsnede van het hart. De harttussenwand vormt de scheiding tussen de linkerhelft en de rechterhelft van het hart.

Het bloed dat van de organen in het lichaam wegstroomt, is zuurstofarm. Het bloed dat van de organen in het hoofd en de armen afkomt, stroomt naar het hart toe. Dit bloed komt via de **bovenste holle ader** het hart binnen. Het bloed dat van de organen in de romp en de benen afkomt, stroomt ook naar het hart toe. Dit bloed komt het hart binnen via de **onderste holle ader**. Beide holle aders monden uit in de **rechterboezem**. Van de rechterboezem stroomt het bloed naar de **rechterkamer**. De rechterkamer pompt het bloed in de **longslagader**. De longslagader splitst zich in twee bloedvaten: één naar elke long.

In de longen wordt het bloed zuurstofrijk. Dit bloed stroomt via de **longaders** terug naar het hart. De longaders monden uit in de **linkerboezem**. Van de linkerboezem stroomt het bloed naar de **linkerkamer**. De linkerkamer pompt het bloed in de **aorta**. Via aftakkingen van de aorta stroomt het bloed naar alle organen van het lichaam. Daar wordt het bloed zuurstofarm. Door de onderste en de bovenste holle ader stroomt het bloed weer terug naar het hart.

▼ Afb. 18 Het hart (lengtedoorsnede).



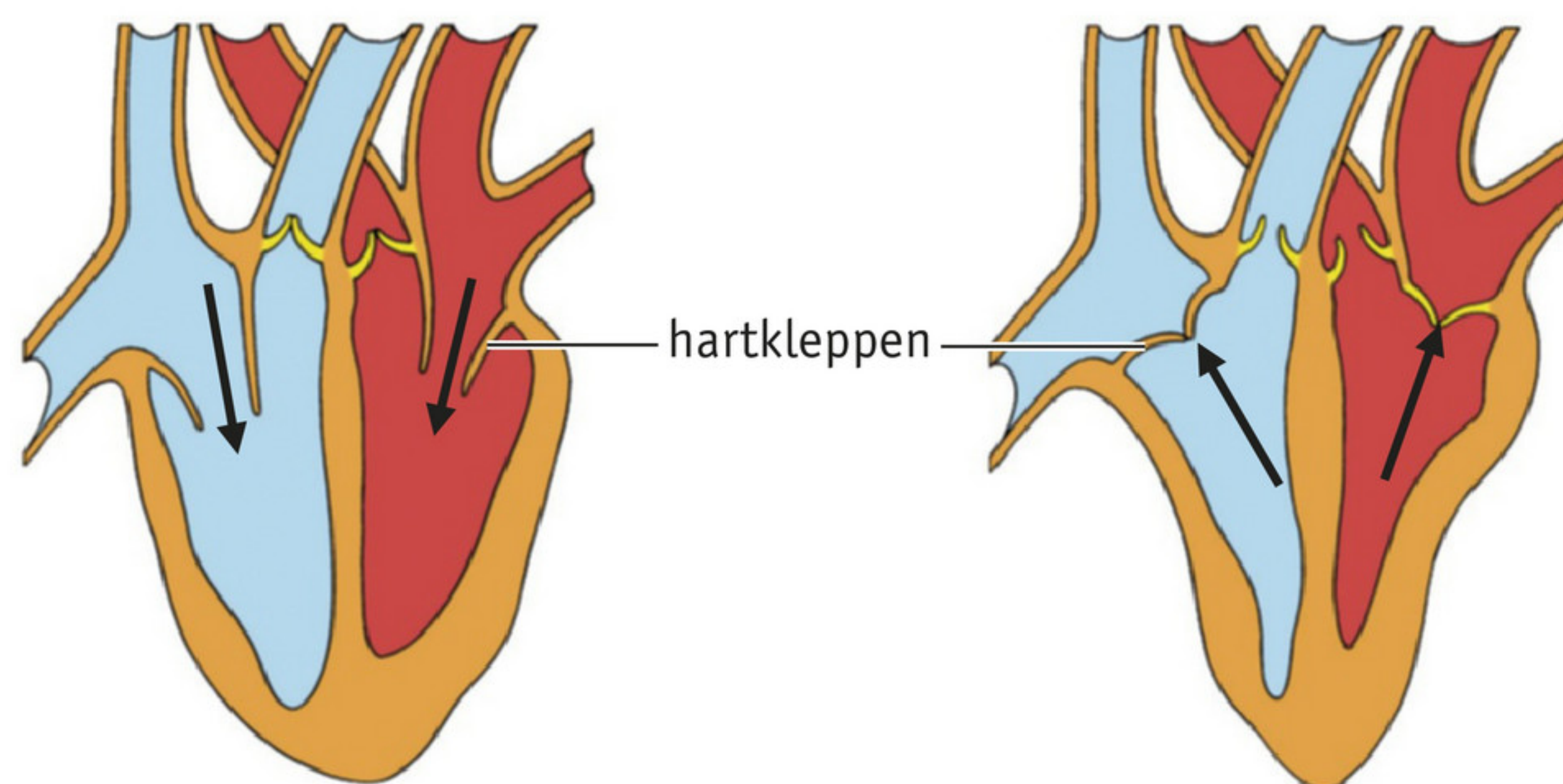
De linkerkamer moet krachtiger samentrekken dan de rechterkamer. De linkerkamer pompt het bloed naar alle delen van het lichaam. De rechterkamer pompt het bloed alleen naar de longen. Daardoor is de wand van de linkerkamer dikker dan de wand van de rechterkamer. De wanden van de boezems bevatten weinig spieren. Deze wanden zijn dunner dan de wanden van de kamers. De boezems hoeven het bloed alleen naar de kamers te pompen. Het echte pompwerk wordt door de beide kamers gedaan.

KLEPPEN

Boezems en kamers zijn van elkaar gescheiden door **hartkleppen**. Deze kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt van de kamers naar de boezems als de kamers samentrekken (zie afbeelding 19.1 en 19.2). In afbeelding 18 zie je dat de hartkleppen met pezen zijn verbonden met de gespierde wand van de kamers. Hierdoor klappen de hartkleppen niet open naar de boezems.

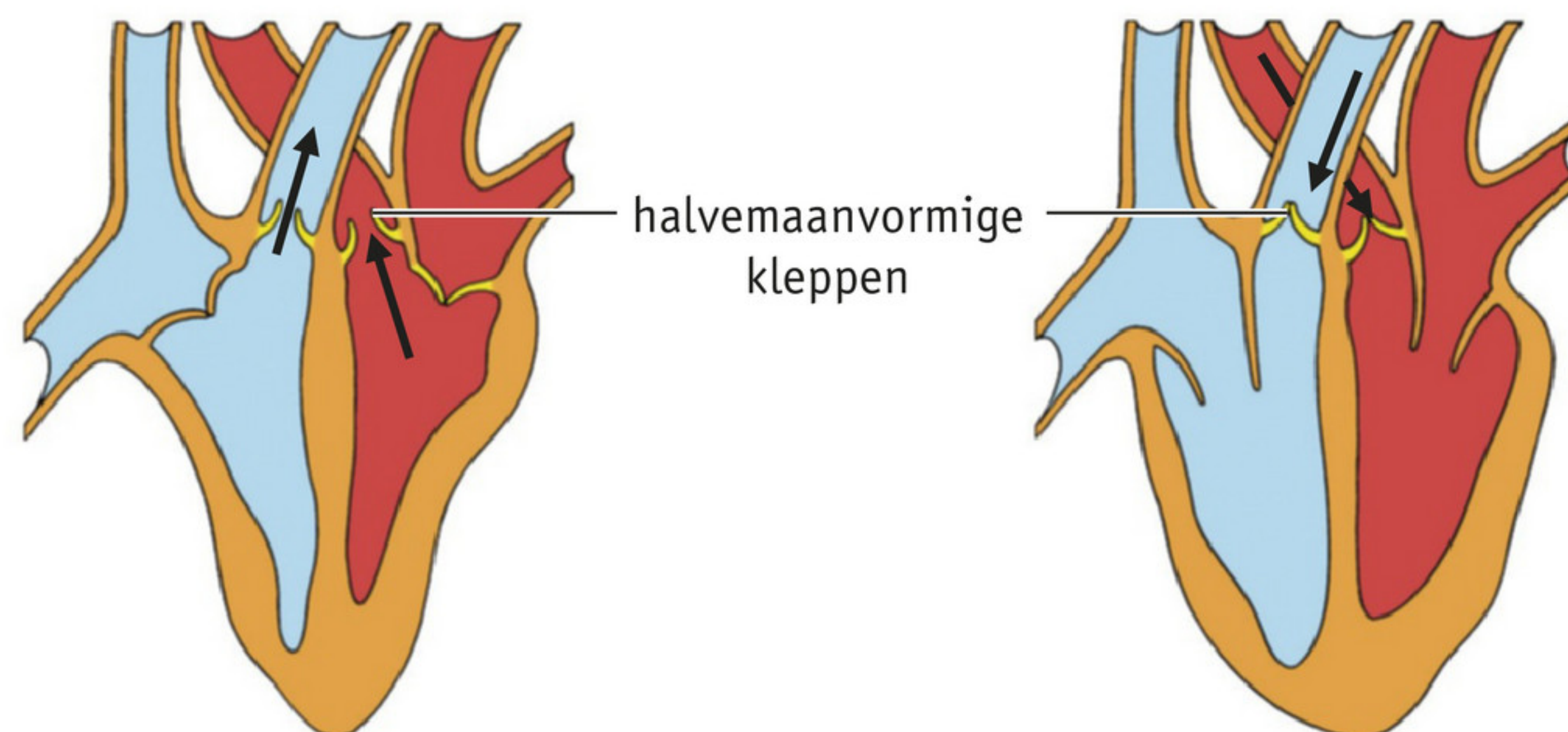
Aan het begin van de longslagader en de aorta bevinden zich **halvemaanvormige kleppen** (zie afbeelding 20). Deze kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt van de longslagader en de aorta naar de kamers (zie afbeelding 19.3 en 19.4).

► **Afb. 19** Werking van hartkleppen en halvemaanvormige kleppen (schematisch).



1 hartkleppen open: bloed stroomt van de boezems naar de kamers

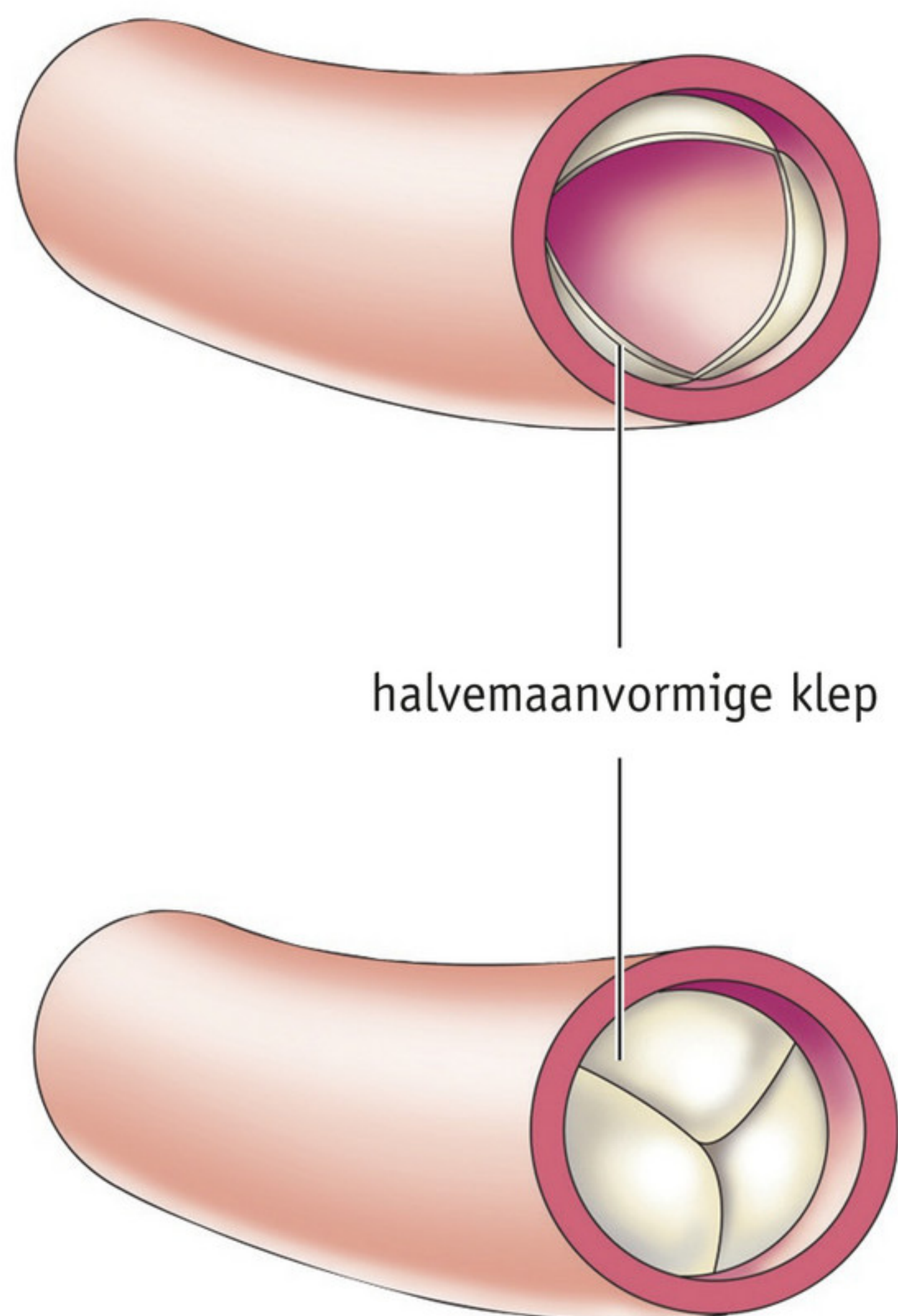
2 hartkleppen dicht: bloed kan niet terugstromen van de kamers naar de boezems



3 halvemaanvormige kleppen open: bloed kan van de rechterkamer in de longslagader stromen en van de linkerkamer in de aorta

4 halvemaanvormige kleppen dicht: bloed kan niet terugstromen van de longslagader naar de rechterkamer en niet van de aorta naar de linkerkamer

▼ **Afb. 20** Halvemaanvormige kleppen in de aorta (schematisch).



WERKING VAN HET HART

Het samentrekken van de hartspier noemen we een hartslag. Het hart van een volwassene trekt gemiddeld zeventig keer per minuut samen. Elektrische prikkels zorgen ervoor dat de boezems en kamers in het juiste tempo samentrekken.

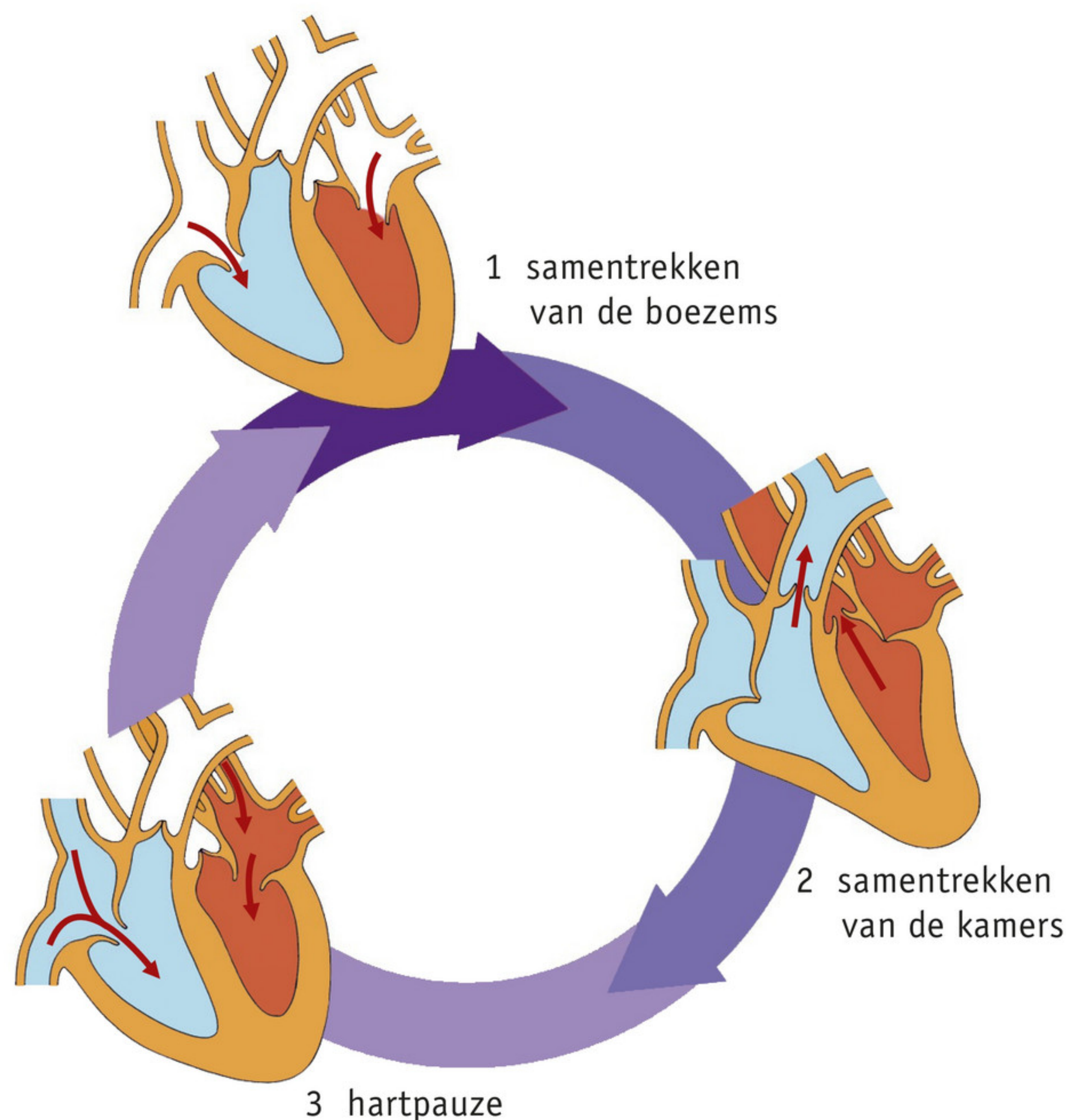
Een hartslag kun je verdelen in drie fasen. In afbeelding 21 zijn deze fasen schematisch weergegeven. Let op de stand van de hartkleppen en van de halvemaanvormige kleppen.

De hartslag begint als de boezems zijn volgestroomd met bloed uit de holle aders en de longaders. De boezems trekken in beide harthelften gelijktijdig samen. Het bloed stroomt hierdoor de kamers in (zie afbeelding 21.1). De kamers zijn ontspannen.

Als de kamers zijn volgestroomd met bloed, trekken de beide kamers samen (zie afbeelding 21.2). De hartkleppen slaan dicht. Hierdoor kan het bloed niet terugstromen in de boezems. De druk in de kamers stijgt. De druk in de kamers wordt hoger dan de druk in de longslagader en in de aorta. Op dat moment worden de halvemaanvormige kleppen opengedruwd. Het bloed wordt tegelijkertijd in de longslagader en in de aorta gepompt (zie afbeelding 21.2). Tijdens het samentrekken van de kamers zijn de boezems ontspannen. Hierna vindt de hartpauze plaats. Zowel boezems als kamers zijn ontspannen. Het bloed stroomt uit de holle aders en de longaders in de boezems. Het bloed stroomt ook gedeeltelijk al door in de kamers (zie afbeelding 21.3). De halvemaanvormige kleppen zijn gesloten. Daardoor kan het bloed uit de longslagader en de aorta niet terugstromen naar de kamers.

Er begint weer een nieuwe hartslag met het samentrekken van de boezems.

► **Afb. 21** Werking van het hart (schematisch).



▼ Afb. 22

Mensen met een niet goed werkend hart kunnen een donorhart krijgen. Met een donorhart kunnen zij weer een normaal leven leiden (zie afbeelding 22).

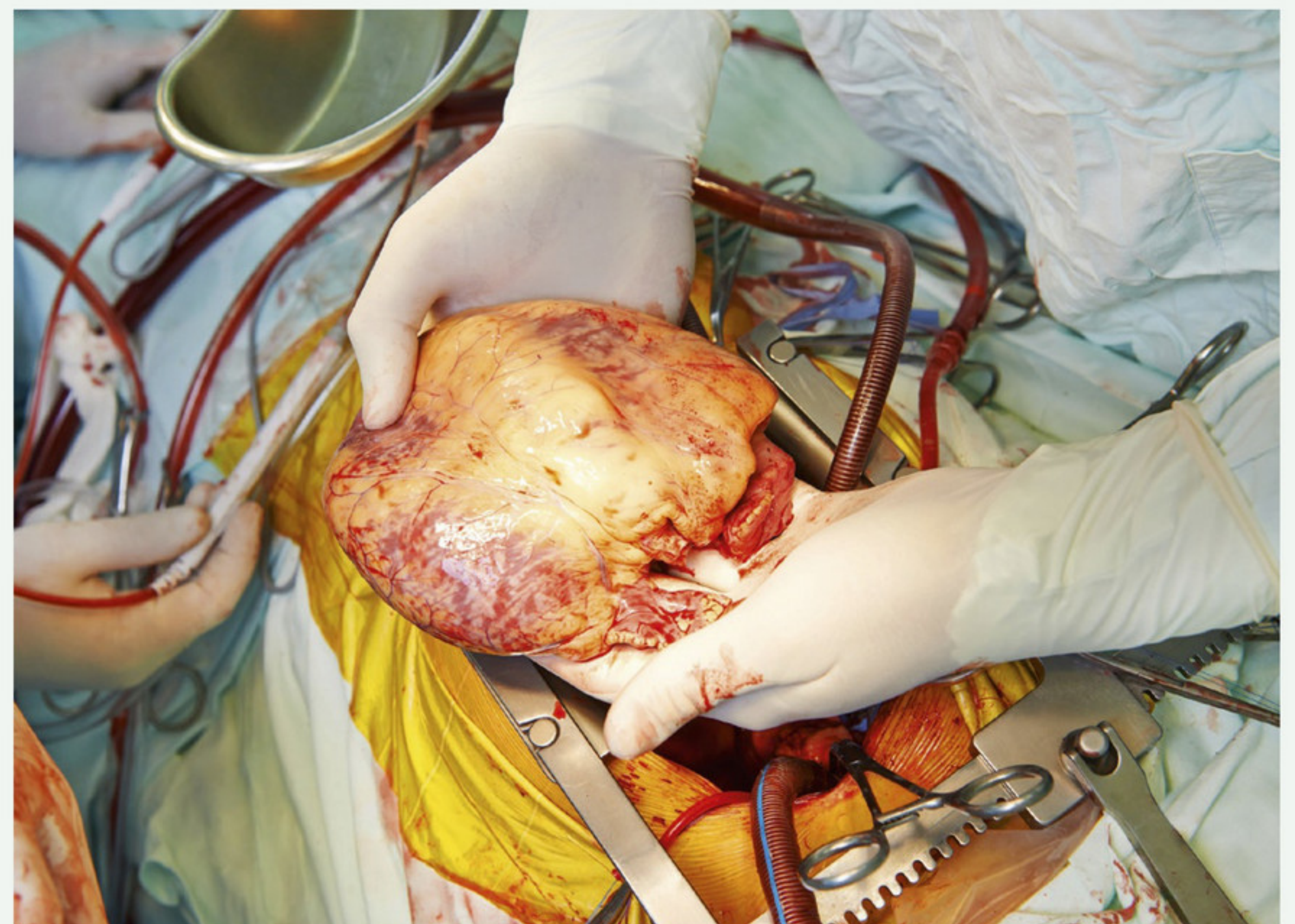
Een donorhart voor een atleet

Stephan was een hardloper. Hij liep regelmatig een marathon. Rond zijn 28e ging het lopen steeds minder goed. Hij was erg moe en voelde zich niet lekker. Eerst dacht Stephan aan een griepje, maar omdat hij maar niet opknapte, liet hij zich onderzoeken. Toen bleek dat zijn hart er heel slecht aan toe was. Door een infectie werkte zijn hart nog maar voor 5%. Stephan zegt: 'De artsen vertelden dat mijn leven in gevaar was. Alleen een donorhart kon mij redden.'



1

Gelukkig voor Stephan kwam er op tijd een donorhart beschikbaar. Tijdens de harttransplantatie werd zijn eigen hart verwijderd en vervangen door het donorhart (zie afbeelding 2). Stephan herstelde goed en kan nu zelfs weer hardlopen. Hij zegt: 'Ik ben mijn donor heel erg dankbaar. Die donor heeft mijn leven gered. Ik kan zelfs weer sporten en geniet van elke dag.'



2

▼ Afb. 23 Luisteren naar de hartslag.



HARTTONEN

Een hartslag kun je horen. Dat komt doordat het dichtslaan van de kleppen geluid veroorzaakt. Een arts kan deze geluiden met een stethoscoop beluisteren (zie afbeelding 23). De geluiden die de arts dan hoort, worden harttonen genoemd.

Bij elke hartslag zijn twee harttonen te horen. De eerste harttoon wordt veroorzaakt door het dichtslaan van de hartkleppen. De tweede harttoon wordt veroorzaakt door het dichtslaan van de halvemaanvormige kleppen.

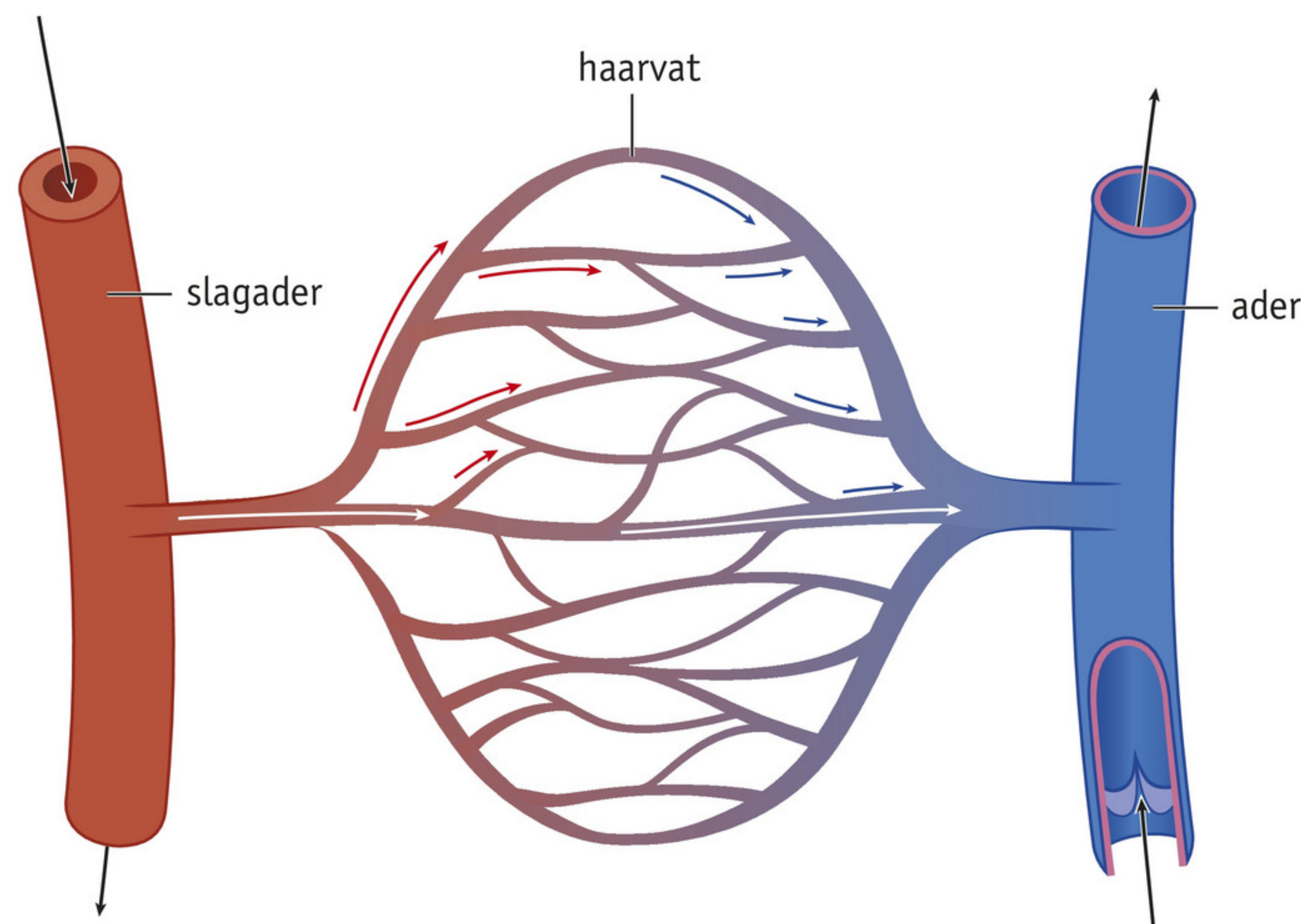
WB OPDRACHT 13 T/M 21 BLZ. 108

4

De bloedvaten

Er zijn drie typen bloedvaten: slagaders, haarvaten en aders (zie afbeelding 24).

► **Afb. 24** Slagader – haarvaten – ader (schematisch).



▼ **Afb. 25** Bloedvaten in een hand.



SLAGADERS

Het hart pompt het bloed in **slagaders**. Door de slagaders stroomt het bloed weg van het hart, naar de organen toe. De hartkamers pompen het bloed met kracht weg. De **bloeddruk** is de kracht waarmee het bloed tegen de wanden van de bloedvaten drukt. De bloeddruk in de slagaders is hoog. De wanden van de slagaders zijn dan ook dik, stevig en elastisch.

Als het hart bloed in de slagaders perst, zetten de slagaders door de elastische wand uit. Daarna veren ze weer terug. Het uitzetten en terugveren van de wand van slagaders kun je voelen. Op plaatsen waar de slagaders minder diep in het lichaam liggen, voel je een slagader kloppen. Een voorbeeld daarvan zijn de slagaders in je polsen (de polsslag). De meeste slagaders liggen dieper in het lichaam. Daardoor worden ze niet zo gauw beschadigd.

De slagaders vertakken zich steeds verder in de weefsels tot dunnere bloedvaten (zie afbeelding 25).

HAARVATEN

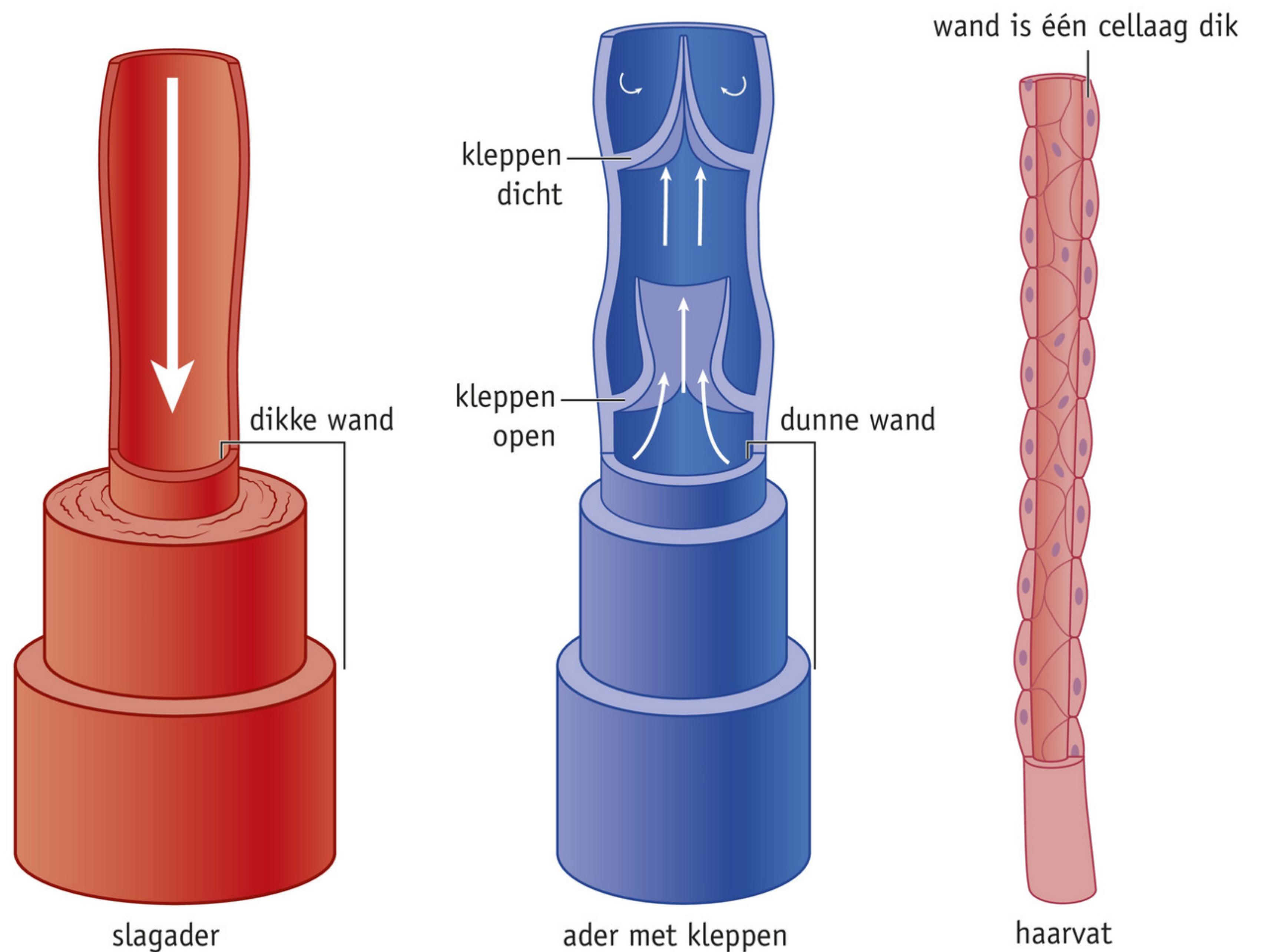
De wand van de bloedvaten wordt steeds dunner. Als de wand van de bloedvaten nog slechts één cellaag dik is, spreken we van **haarvaten**. De haarvaten in een orgaan vormen samen een haarvatennet.

In de haarvaten neemt de bloeddruk sterk af. In de haarvaten vindt de uitwisseling van zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen plaats. De wand van de haarvaten is heel dun. Daardoor kan vocht met zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) de haarvaten uit. Deze stoffen gaan naar de cellen toe. De cellen verbruiken zuurstof en voedingsstoffen bij de verbranding. Daarbij ontstaan koolstofdioxide en andere afvalstoffen. Deze afvalstoffen moeten worden afgevoerd. Vocht met koolstofdioxide en andere afvalstoffen komt door de dunne wand weer in de haarvaten terecht.

ADERS

De haarvaten komen samen in grotere bloedvaten: de aders. Door de **aders** stroomt het bloed van de organen weg, terug naar het hart. De bloeddruk in de aders is laag. De wanden van de aders zijn dunner en minder elastisch dan die van de slagaders (zie afbeelding 26). In de aders is geen hartslag meer merkbaar. De aders liggen meestal minder diep in het lichaam. Je kunt ze in je handen zien liggen als blauwige strepen (zie afbeelding 27).

► **Afb. 26** De bouw van een slagader, een ader en een haarvat (schematisch).



Het hart zuigt het bloed uit de aders terug. Veel aders bevatten **kleppen**, vooral de aders in armen en benen. De aderkleppen laten het bloed slechts in één richting door (zie afbeelding 26). Hierdoor helpen de kleppen mee het bloed terug te voeren naar het hart. Ze voorkomen dat het bloed terugstroomt naar de organen.

In de slagaders komen geen kleppen voor, behalve de halvemaanvormige kleppen aan het begin van de longslagader en van de aorta.

▼ **Afb. 27** Aders in een hand.

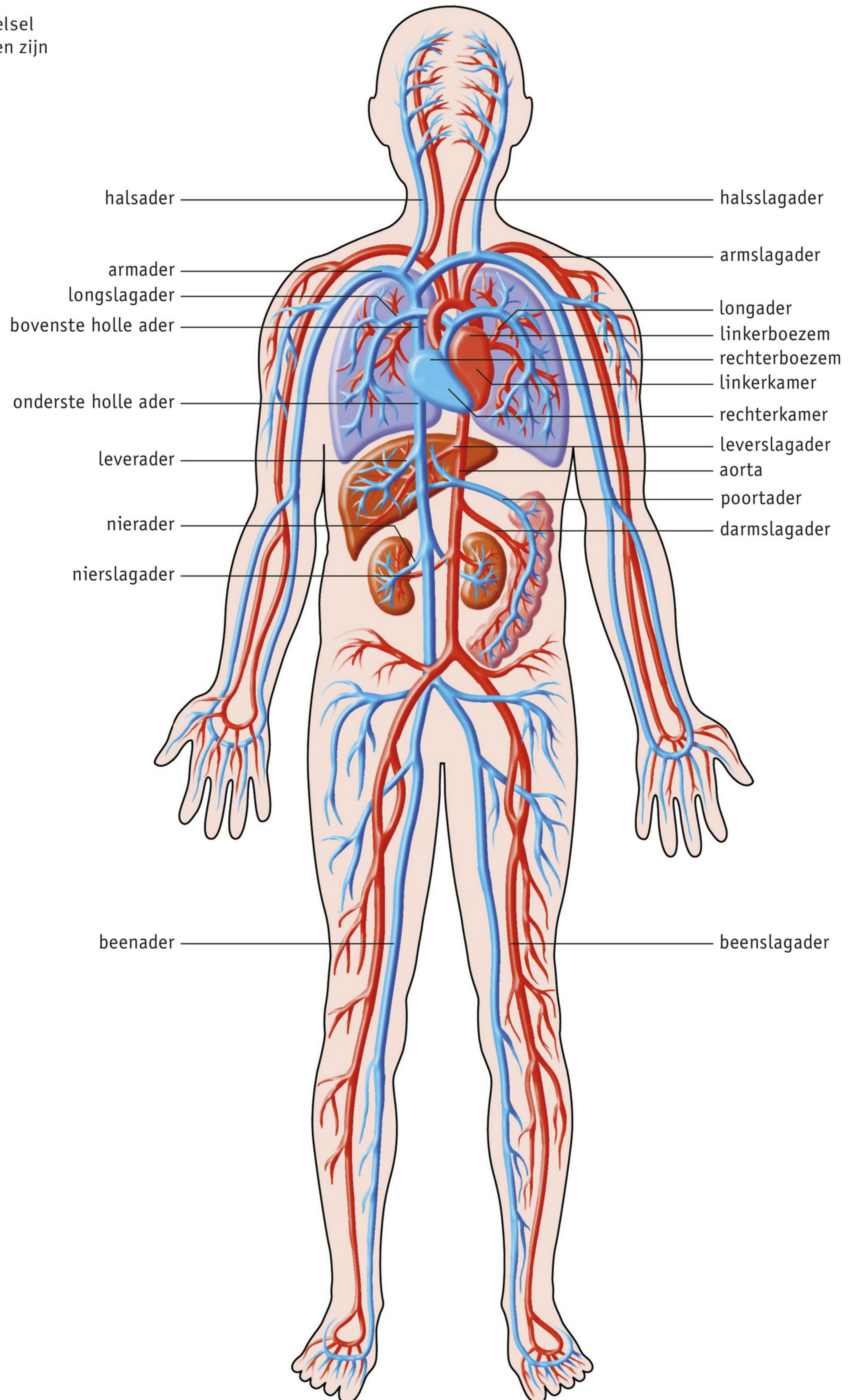


WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 134

BLOEDVATENSTELSEL

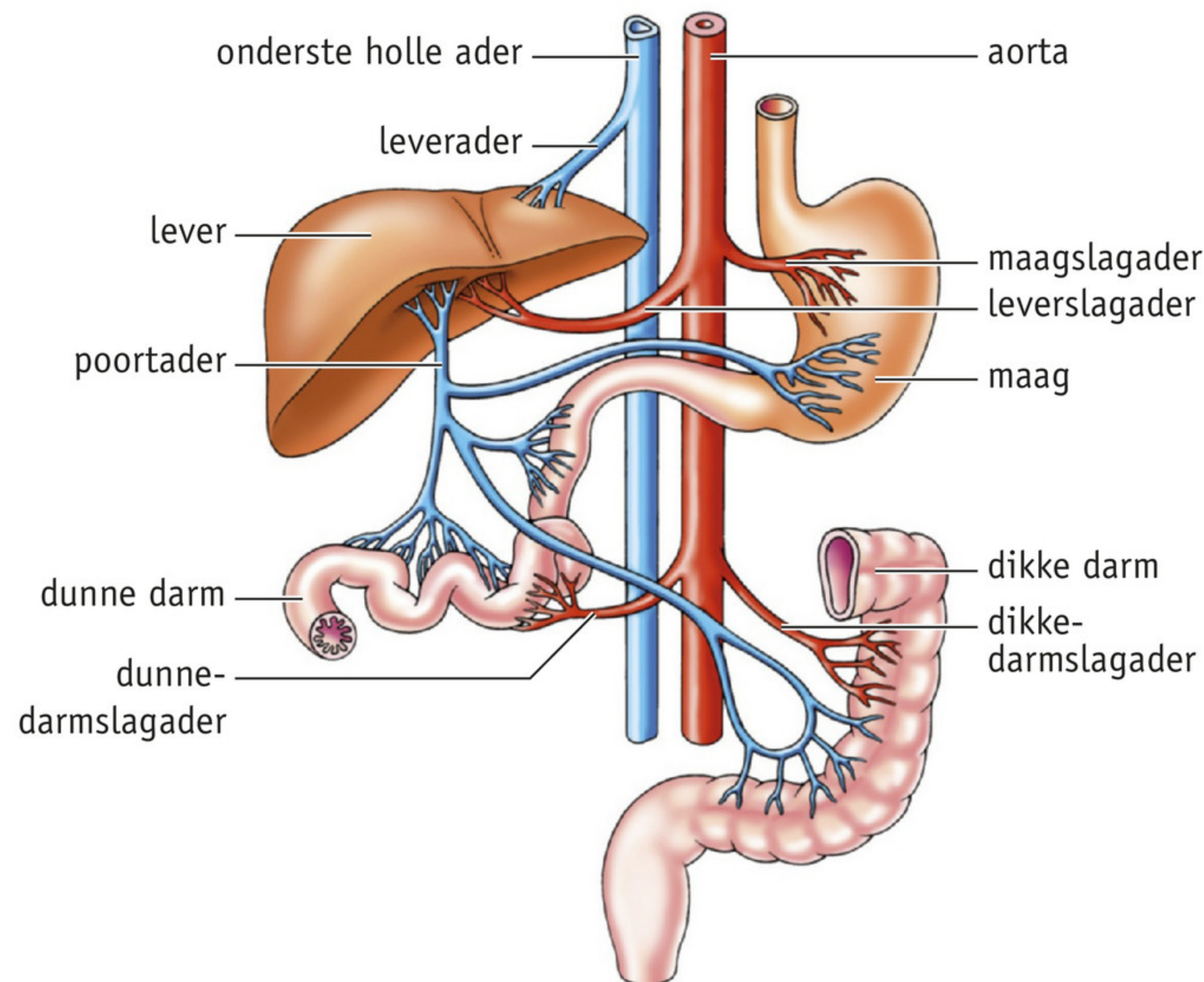
Alle bloedvaten in je lichaam vormen samen het bloedvatensysteem. In afbeelding 28 zijn de belangrijkste bloedvaten van het bloedvatensysteem getekend. De haarvaten zijn weggelaten. De rood gekleurde bloedvaten in de afbeelding bevatten zuurstofrijk bloed. De blauw gekleurde bloedvaten bevatten zuurstofarm bloed.

► **Afb. 28** Het bloedvatensysteem (schematisch); de haarvaten zijn weggelaten.



Slagaders en aders hebben in het algemeen de naam van het orgaan waar ze naartoe gaan of vanaf komen. Door de beenslagaders bijvoorbeeld stroomt bloed naar de benen toe. Door de beenaders stroomt bloed uit de benen weg. Een uitzondering is de ader die het bloed afvoert uit een groot deel van het darmkanaal. Deze ader heet de **poortader**. Via de poortader gaat het bloed naar de lever (zie afbeelding 29). Dit bloed is zuurstofarm, want in het darmkanaal is zuurstof verbruikt voor de verbranding. De lever ontvangt zuurstofrijk bloed via de **leverslagader**.

► **Afb. 29** De poortader met vertakkingen (schematisch); de haarvaten zijn weggelaten.



GLUCOSE IN HET BLOED

In de dunne darm worden voedingsstoffen opgenomen in het bloed. De samenstelling van het bloed in de poortader kan hierdoor sterk wisselen. Na een maaltijd met veel koolhydraten bijvoorbeeld zullen de spijsverteringsorganen de koolhydraten verteren tot glucose. De glucose komt via de darmen in het bloed. Het bloed in de poortader bevat dan veel glucose. De lever speelt een belangrijke rol bij het constant houden van het glucosegehalte van het bloed (de bloedsuikerspiegel). Na een maaltijd zal de lever het teveel aan glucose omzetten in glycogeen. Dit glycogeen wordt in de lever opgeslagen.

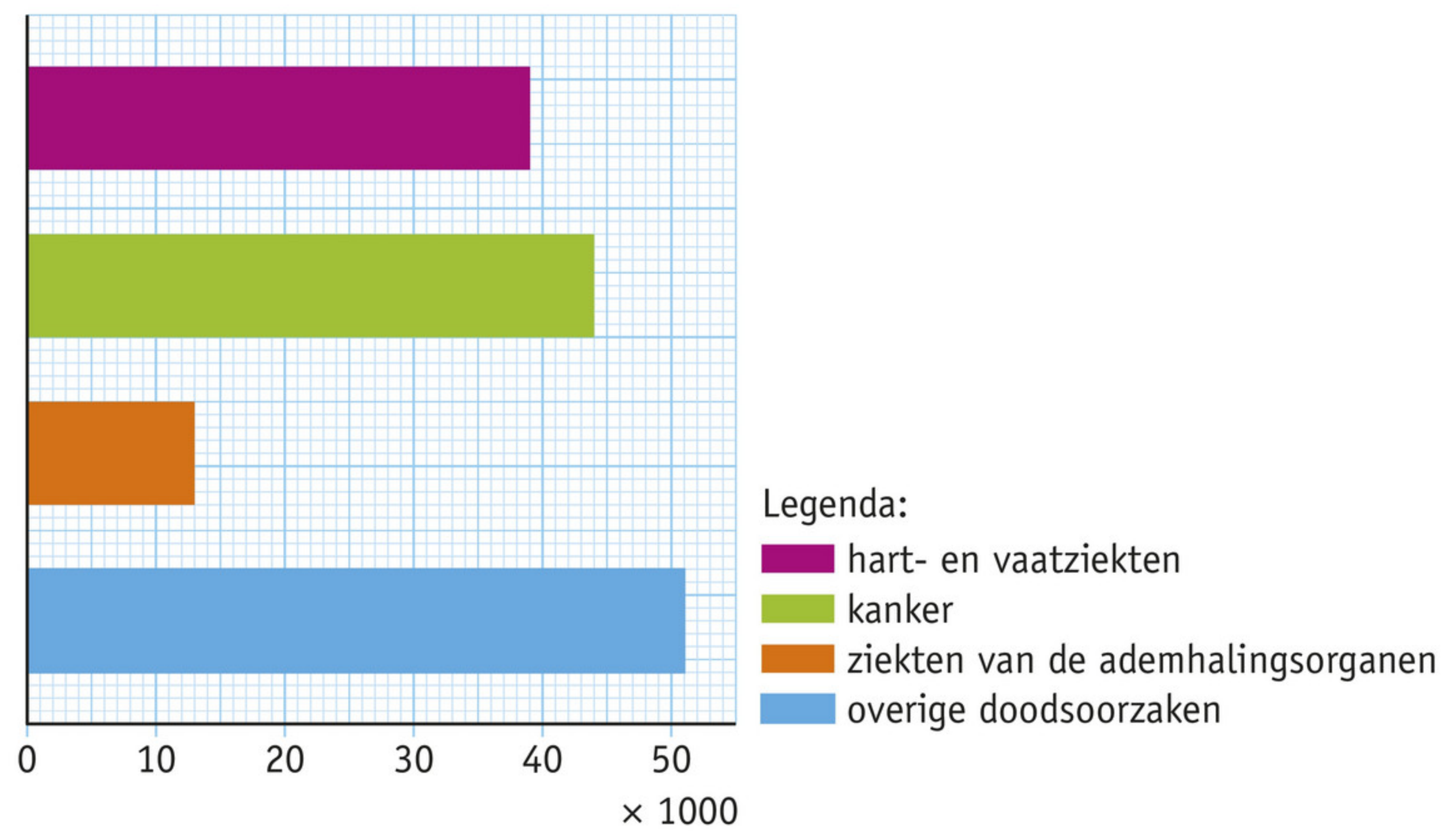
Het bloed stroomt uit de lever weg via de **leverader**. De leverader mondt uit in de onderste holle ader (zie afbeelding 28). In de onderste holle ader monden ook de aders van een aantal andere organen uit. In alle organen vindt verbranding van glucose plaats. Het bloed dat uit een orgaan wegstroomt, heeft daardoor een lager glucosegehalte dan het bloed dat naar een orgaan toestroomt.

Bij iemand die een tijd niet heeft gegeten, kan het glucosegehalte van het bloed te laag worden. Er is niet genoeg glucose in het bloed om het lichaam goed te laten werken. Op dat moment gaat de lever het glycogeen weer omzetten in glucose. Deze glucose wordt aan het bloed afgegeven in de leverader. Hierdoor bevat het bloed in de leverader gemiddeld meer glucose dan het bloed in de andere aders.

5 Hart- en vaatziekten

Natuurlijk kan je hart niet echt breken van (liefdes)verdriet, maar je kunt wel last krijgen van je hart of bloedvaten. Door een ongezonde leefwijze hebben mensen een hogere kans om ziek te worden of te overlijden aan een hart- of vaatziekte. Hart- en vaatziekten zijn in Nederland een belangrijke doodsoorzaak (zie afbeelding 30). Elke dag overlijden er in Nederland meer dan honderd mensen aan hart- en vaatziekten.

► **Afb. 30** Doodsoorzaken per jaar in Nederland (2015).



▼ **Afb. 31** Bloeddrukmeting.



HOGЕ EN LAGE BLOEDDRUK

Het hart pompt onafgebroken bloed door je bloedvaten. Sommige mensen krijgen klachten doordat hun bloeddruk te laag of te hoog is. Een arts meet de bloeddruk bij een armslagader (zie afbeelding 31).

Een **lage bloeddruk** komt niet vaak voor en veroorzaakt vaak geen klachten. Mensen met lage bloeddruk hebben soms last van duizeligheid. Dit komt vooral voor direct na het opstaan uit een liggende of zittende houding. Door een lage bloeddruk kun je zelfs flauwvallen. Ook vermoeidheid kan een gevolg zijn van een te lage bloeddruk.

Een te **hoge bloeddruk** komt vaker voor. Ook een hoge bloeddruk veroorzaakt vaak geen klachten. Door de te hoge druk kunnen bloedvaten en organen worden beschadigd.

SLAGADERVERKALKING

Slagaderverkalking of atherosclerose is een langzaam proces. Bij slagaderverkalking ontstaan vernauwingen in de slagaders. In de loop der jaren ontstaan er voortdurend kleine beschadigingen aan de wanden van de bloedvaten. Oorzaken voor deze beschadigingen zijn onder andere hoge bloeddruk, stress en roken. Het lichaam probeert deze beschadigingen met behulp van witte bloedcellen te herstellen. De witte bloedcellen dringen de vaatwand binnen. Ook cholesterol, een vetachtige stof, kan in de vaatwand terechtkomen. De cholesterol wordt door de witte bloedcellen opgenomen. Door het bloed worden continu cholesterol en witte bloedcellen aangevoerd.

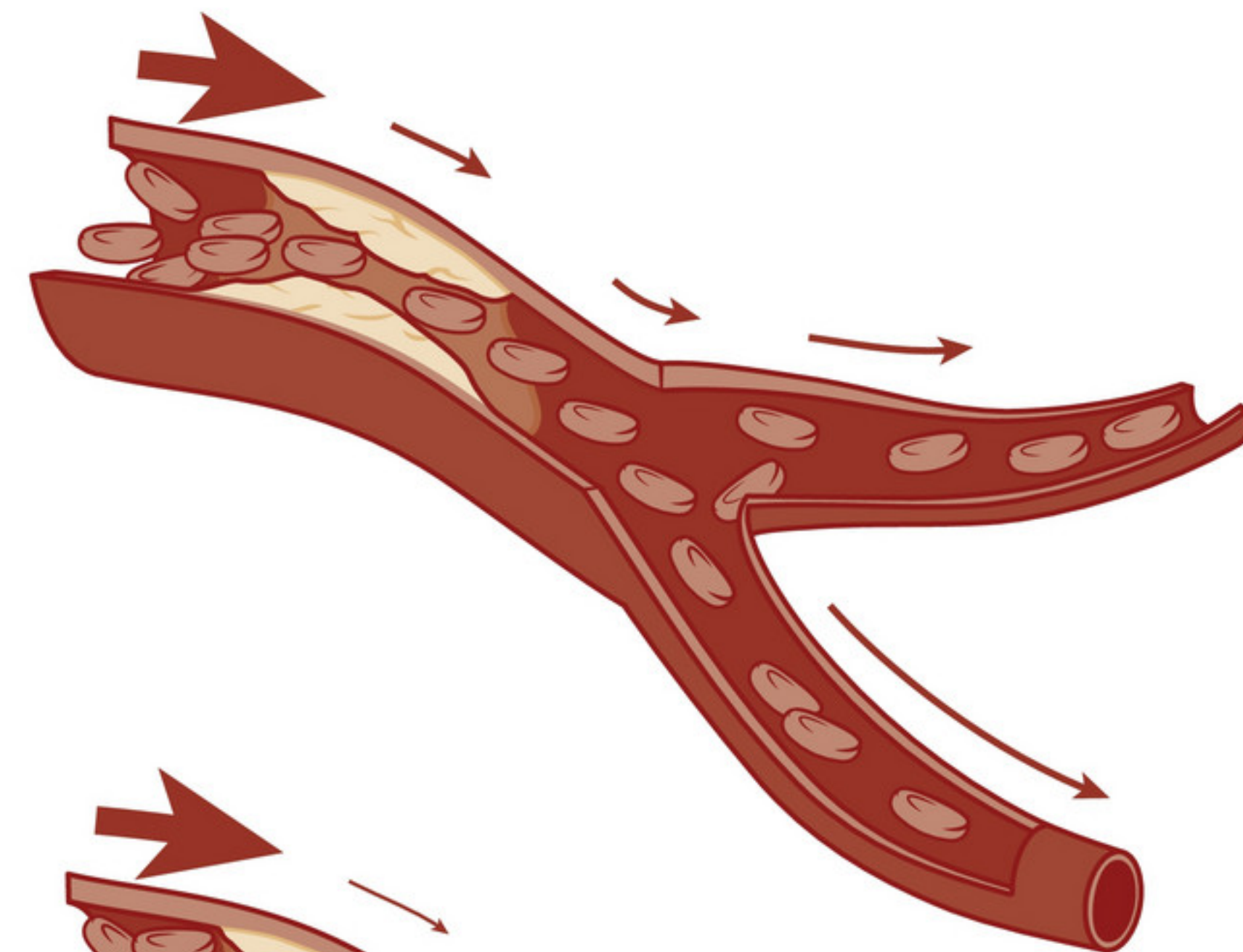
Er ontstaat een verdikking aan de binnenkant van de slagader. Zo'n verdikking wordt een plaque genoemd. Hierdoor wordt een bloedvat steeds nauwer (zie afbeelding 32.1). In de plaque bevindt zich in een later stadium ook kalk. Daar komt de naam 'slagaderverkalking' vandaan. Bloedvaten met verkalkte plaques worden minder elastisch.

Als een bloedvat is vernauwd, krijgen organen minder zuurstof. Hierdoor ontstaan klachten. Meestal wordt een plaque niet zo groot dat een slagader volledig wordt afgesloten. Veel vaker scheurt de plaque. De inhoud komt dan in het bloed (zie afbeelding 32.2). Er ontstaat een bloedstolsel dat de slagader geheel of gedeeltelijk kan afsluiten (zie afbeelding 32.3). Het bloedstolsel kan ook afbreken, met de bloedstroom naar een andere plaats stromen en daar een bloedvat afsluiten. Het weefsel achter de afsluiting krijgt dan geen zuurstof meer en sterft af.

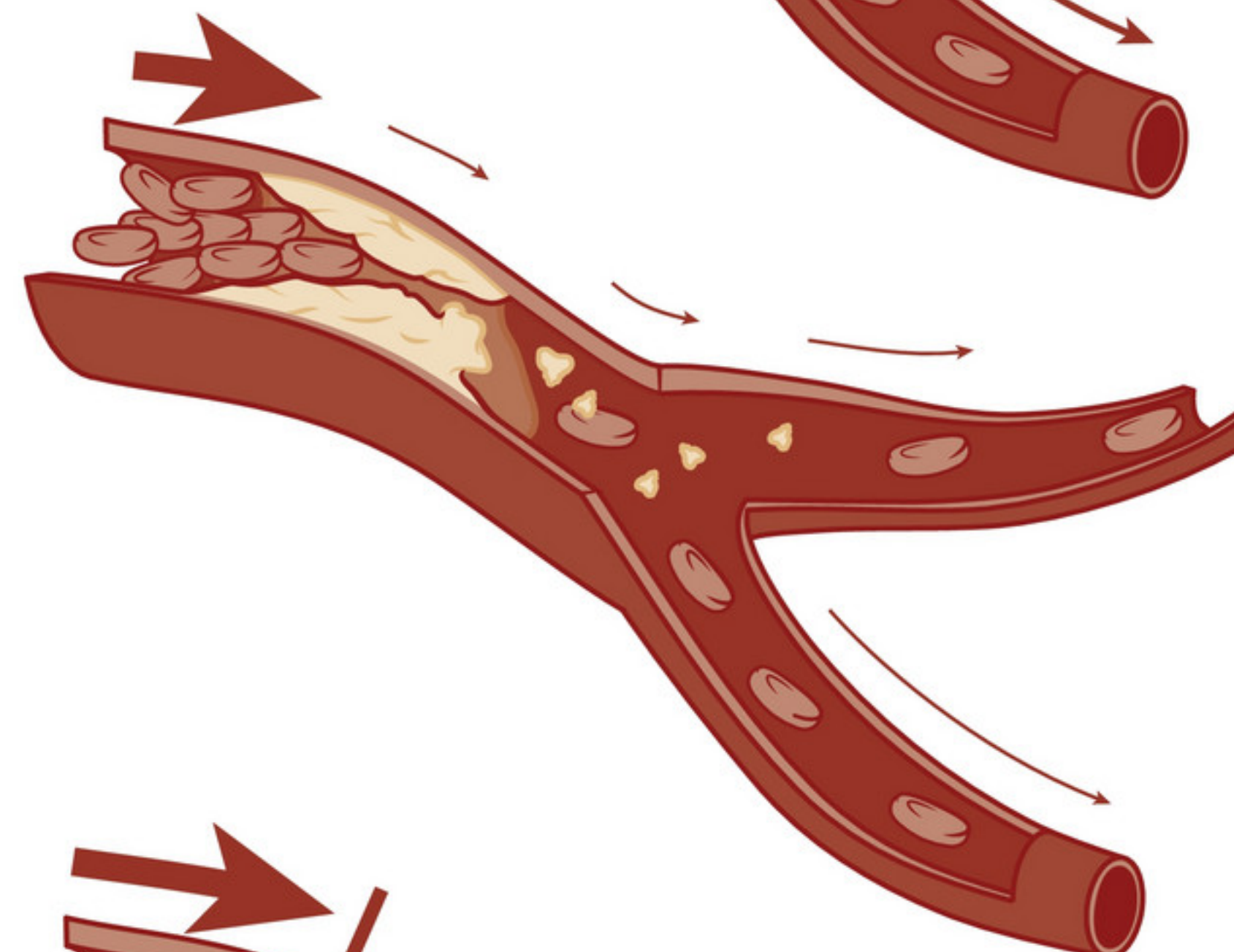
De kans om slagaderverkalking te krijgen, is groter voor mensen die er een erfelijke aanleg voor hebben. Een ongezonde leefstijl geeft ook meer risico. Te veel cholesterol of glucose in het bloed is slecht voor de aders. Door te roken komt nicotine in het bloed. Nicotine beschadigt de vaatwand. Bovendien verhoogt roken de bloeddruk. Ook overgewicht, te weinig lichaamsbeweging en stress verhogen de kans op slagaderverkalking.

► **Afb. 32** Vorming van een plaque in een slagader.

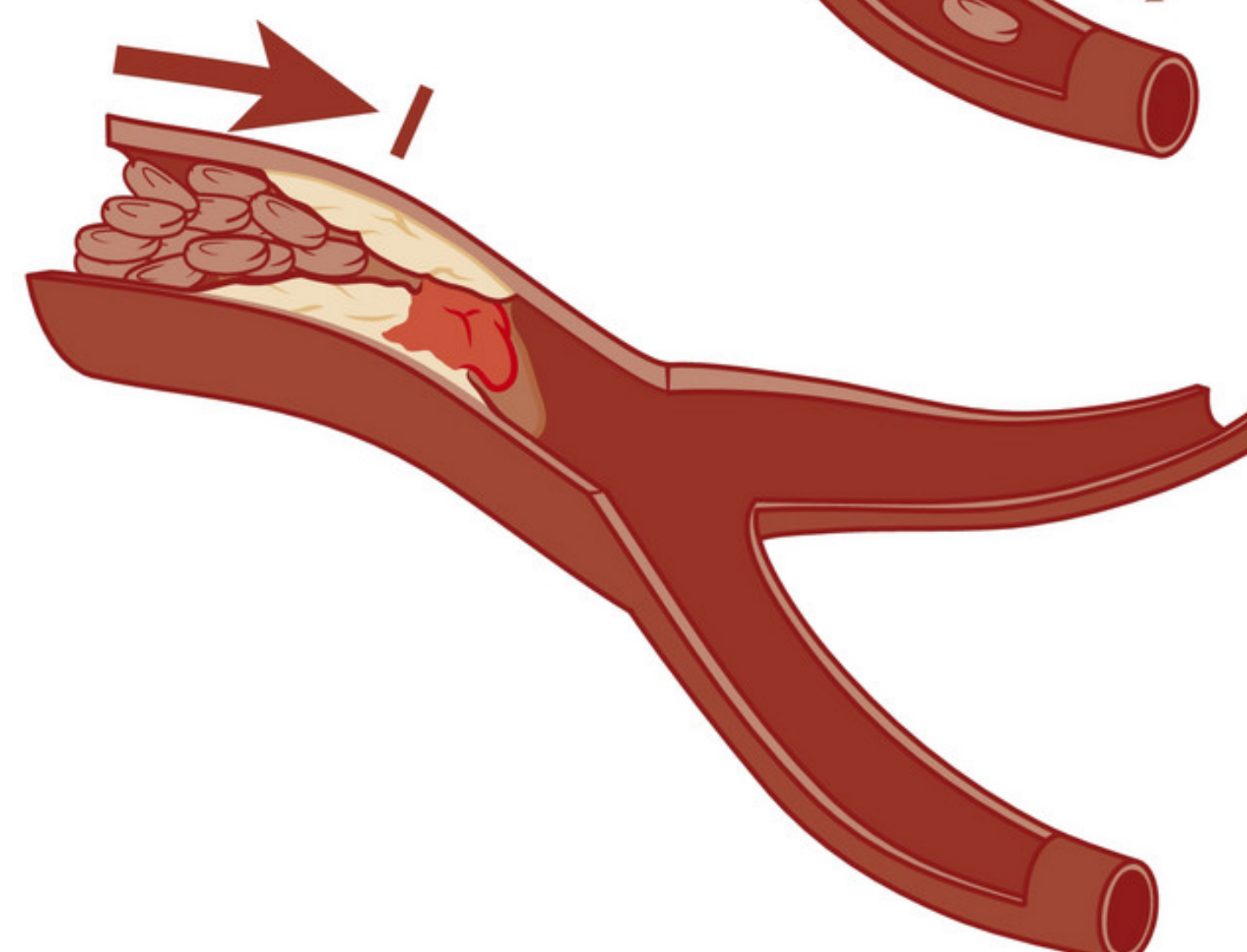
1 een plaque



2 de plaque scheurt en de inhoud komt vrij in het bloedvat



3 een bloedprop wordt gevormd die de bloedstroom blokkeert

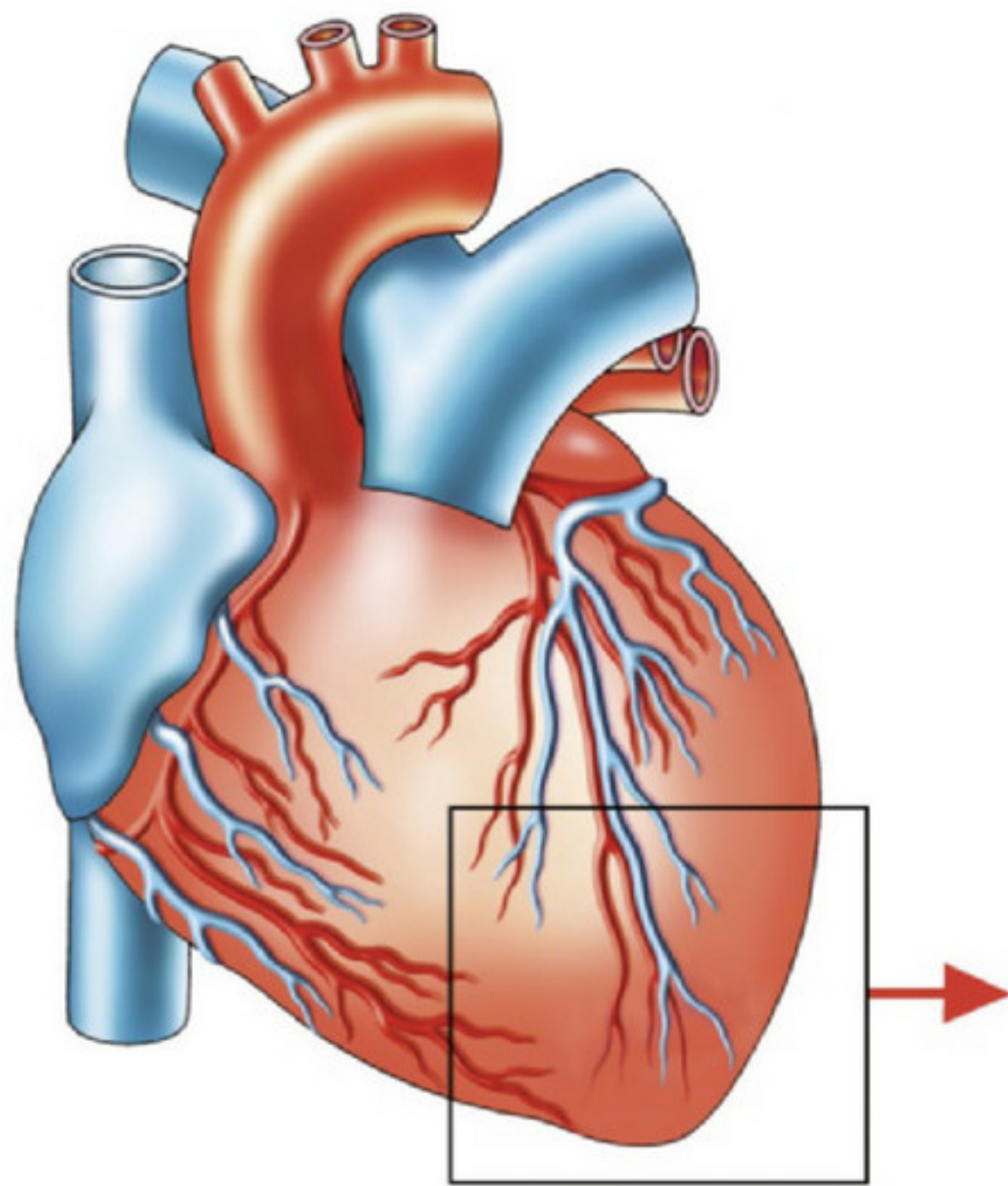


HARTINFARCT EN BEROERTE

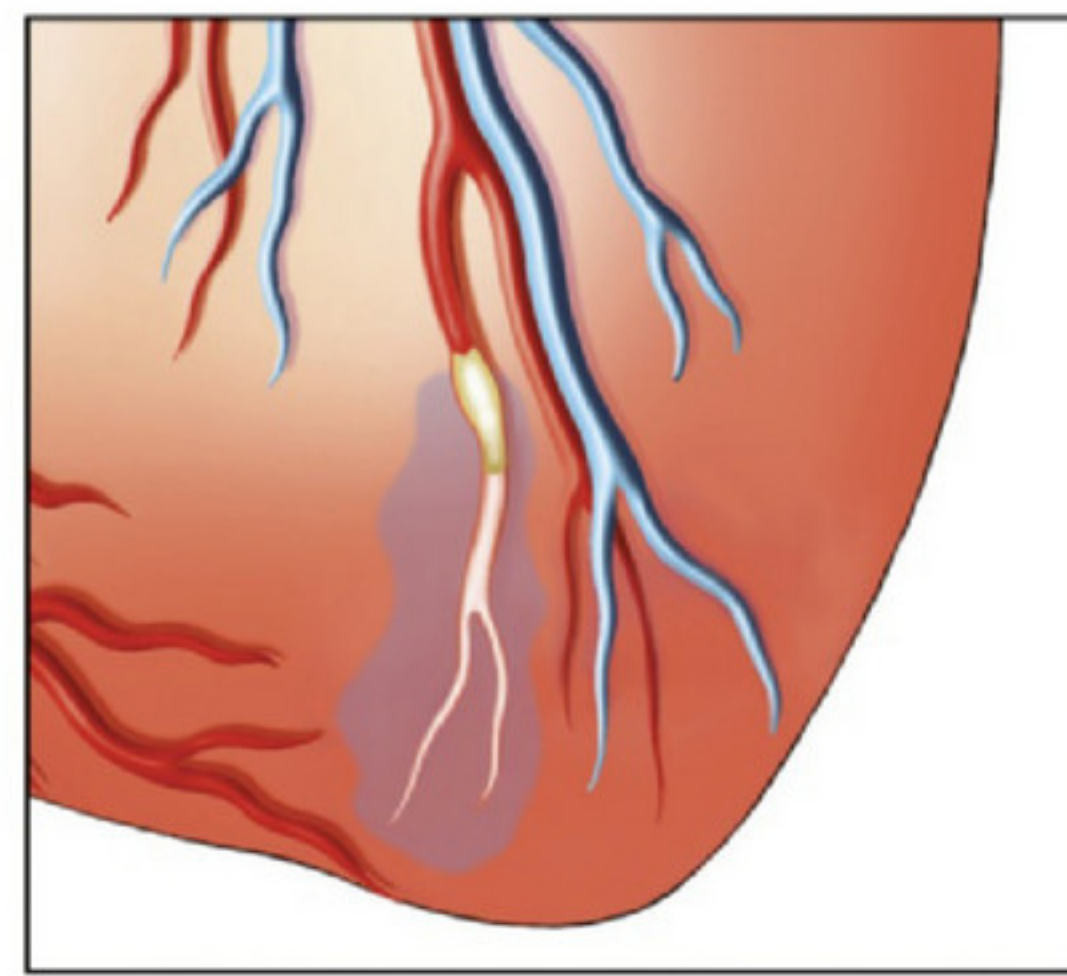
Door slagaderverkalking in een kransslagader kan een deel van de hartspier geen zuurstof meer krijgen. Dit deel sterft dan af. We noemen dat een **hartinfarct** (**hartaanval**).

Hoe gevaarlijk een hartinfarct is, hangt af van de grootte van het deel van de hartspier dat geen zuurstof krijgt en afsterft (zie afbeelding 33). Als dit deel groot is, is een hartinfarct dodelijk doordat het hart niet meer kan samentrekken. Maar de meeste hartpatiënten krijgen niet meteen een ernstig hartinfarct. Ze krijgen eerst klachten, zoals pijn op de borst. Dan raakt een kleine aftakking van de kransslagader verstopt. Als het hart in goede conditie is, kan een andere kransslagader de taak overnemen. Meestal moet de patiënt een paar weken rust houden.

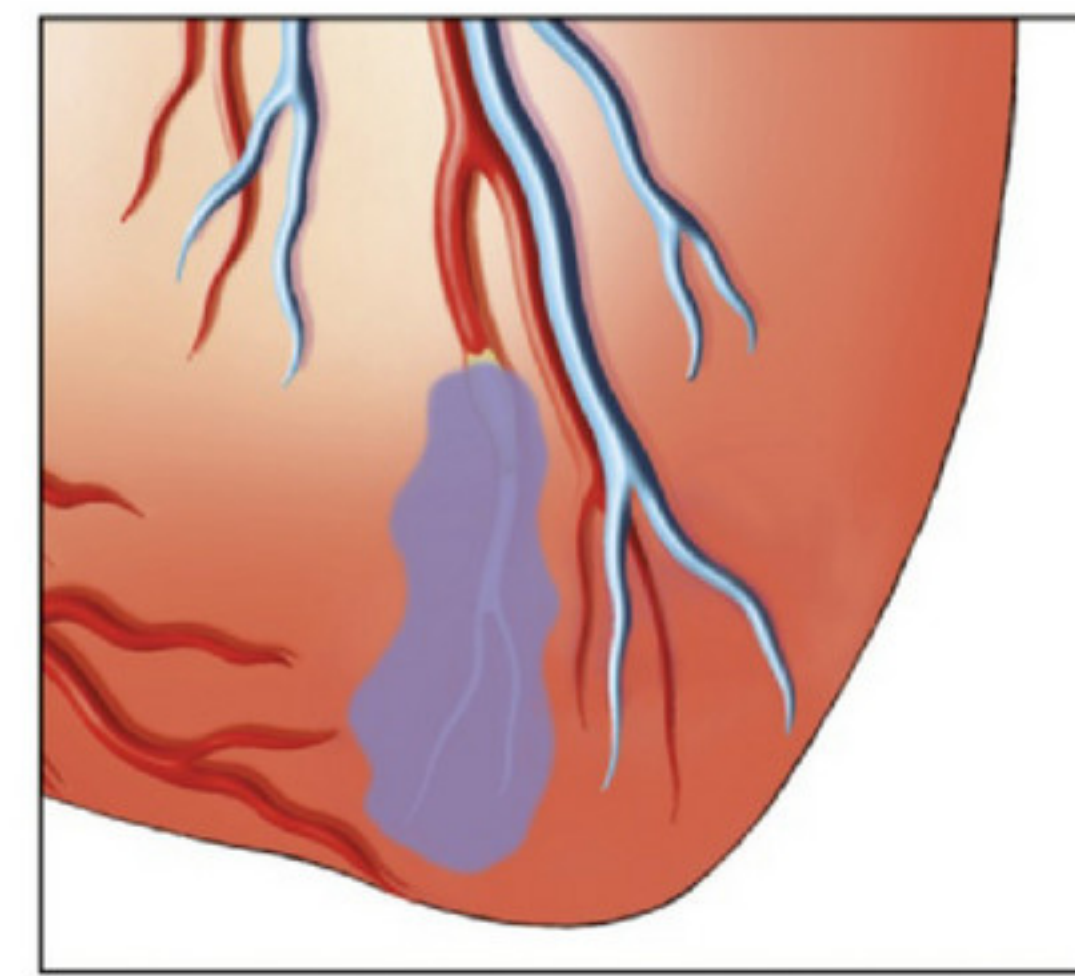
▼ **Afb. 33** Een hartinfarct.



1 een gezond hart



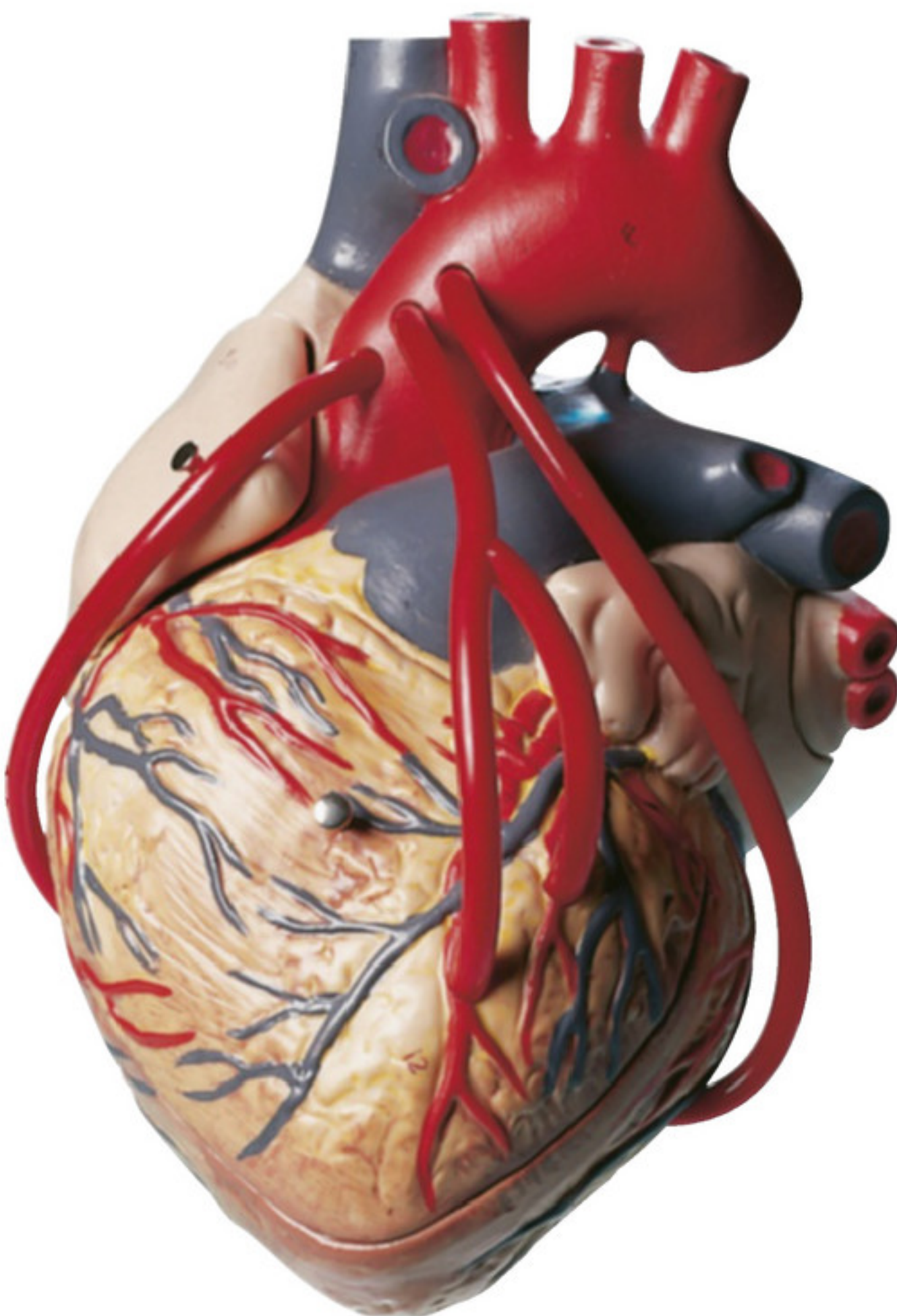
2 een vertakking van een kransslagader raakt verstopt; hierdoor krijgt een deel van het hart te weinig zuurstof en voedingsstoffen



3 een deel van het hartspierweefsel sterft af

Een patiënt met een vernauwde kransslagader kan worden geopereerd. Een hartchirurg voert dan een bypassoperatie uit. Hierbij wordt een omleiding (bypass) aangelegd (zie afbeelding 34). De omleiding verbindt de aorta met het gezonde deel van de kransslagader. Het bloed stroomt door de omleiding en niet meer door het vernauwde deel van de kransslagader. Voor deze omleiding wordt een beenader of een borstslagader van de patiënt gebruikt.

▼ **Afb. 34** Hartmodel met bypasses.



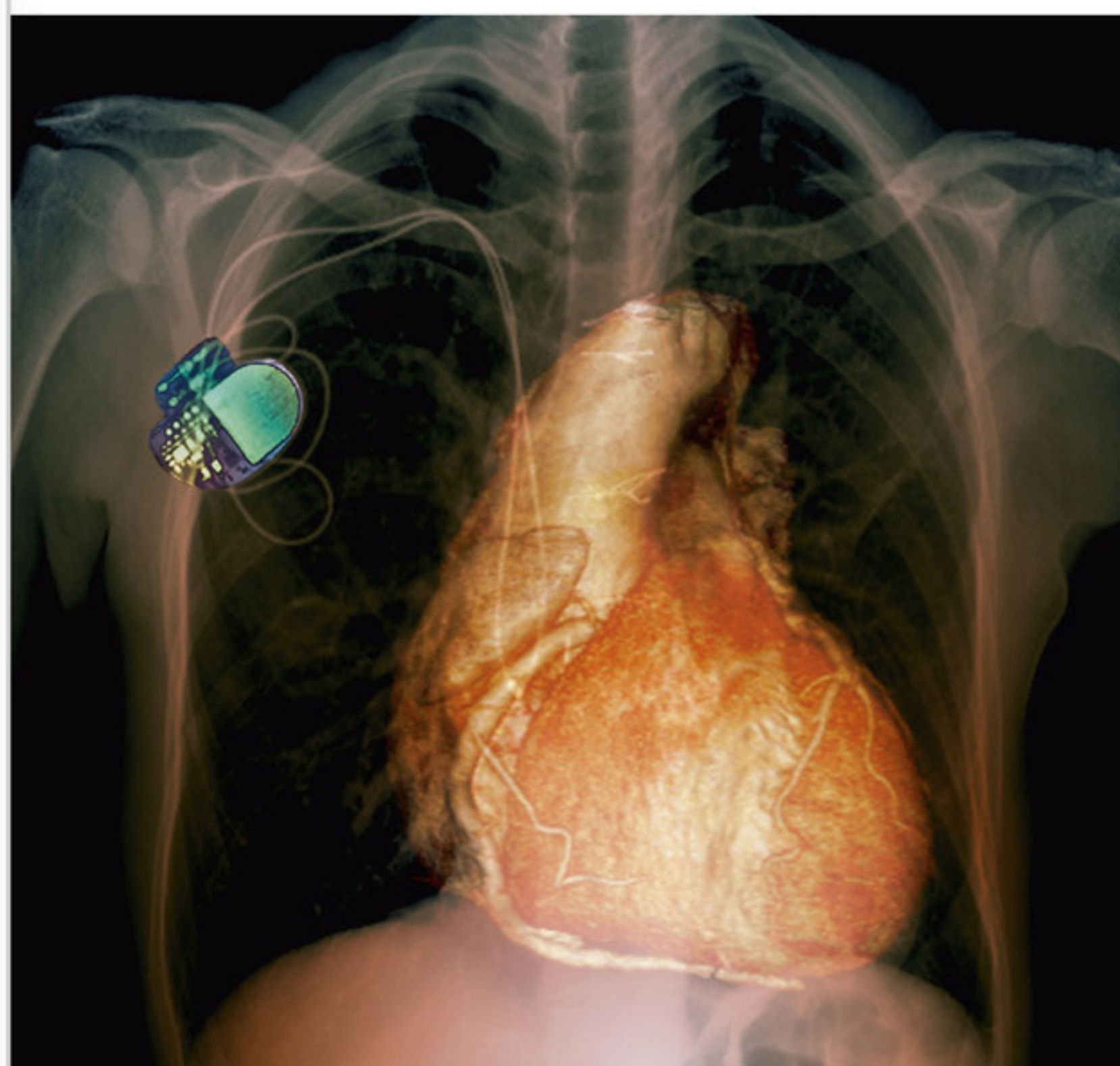
Bij een beroerte krijgt een deel van de hersenen geen zuurstof en voedingsstoffen meer. Door een verstopping in een bloedvat van de hersenen (herseninfarct) of een kapot bloedvat in de hersenen (hersenbloeding) kan een deel van de hersenen afsterven.

HARTRITMESTOORNISSEN

De snelheid waarmee het hart samentrekt, noemen we het **hartritme** (of de **hartslagfrequentie**). Het hartritme is afhankelijk van de lichaamsgrootte. Bij pasgeboren baby's slaat het hart gemiddeld ongeveer honderddertig keer per minuut. Bij volwassenen in rust slaat het hart gemiddeld ongeveer zeventig keer per minuut.

Impulsen veroorzaken het samentrekken van het hartspierweefsel. Deze impulsen ontstaan in het hart zelf. Ze kunnen ook worden beïnvloed door het zenuwstelsel en door hormonen. Bij sterke inspanning bijvoorbeeld gaat je hart sneller kloppen. Ook als je ergens van schrikt, kwaad of angstig bent, kan je hart sneller gaan kloppen. In deel 3 heb je geleerd dat in deze situaties het hormoon adrenaline wordt afgegeven aan het bloed. Onder invloed van adrenaline wordt je hartritme tijdelijk verhoogd. Na een tijdje klopt je hart weer normaal.

▼ Afb. 35 Een pacemaker.



Ons hart werkt op elektriciteit. Impulsen zorgen ervoor dat de boezems en de kamers in het juiste ritme samentrekken.

Een **hartritmestoornis** is een langdurige verstoring van het normale hartritme. De hartslag kan te hoog, te laag of onregelmatig zijn. Meestal komt dit door een verstoring van de impulsen in het hart. Een gevolg kan zijn dat slechts een gedeelte van de hartspier samentrekt. De bloedstroom wordt dan onregelmatig. Soms kan de bloedstroom zelfs tot stilstand komen. Veel patiënten met hartritmestoornissen krijgen een pacemaker in het lichaam (zie afbeelding 35). Een pacemaker is een apparaatje dat elektrische prikkels afgeeft aan de hartspier. Hierdoor wordt het hartritme weer normaal. Hartritmestoornissen kunnen aangeboren zijn. Andere oorzaken zijn ouderdom of hoge bloeddruk. Ook het drinken van veel alcohol in korte tijd, het 'binge drinken', kan een hartritmestoornis veroorzaken.

HART- EN VAATZIEKTEN VOORKOMEN

Bij de kans op hart- en vaatziekten spelen erfelijke factoren en de leefstijl een rol. Sommige mensen hebben bijvoorbeeld door erfelijke factoren een te hoog cholesterolgehalte of een te hoge bloeddruk. Aan deze oorzaak kun je niets doen. Wel kunnen deze personen medicijnen nemen om het cholesterolgehalte of de bloeddruk omlaag te brengen. Aan de andere oorzaak van hart- en vaatziekten, je leefstijl, kun je wel zelf wat doen (zie afbeelding 36).

Door gezond te eten verlaag je de kans op hart- en vaatziekten. Onverzadigde vetten, zoals olie, halvarine, noten en vette vis, houden het cholesterolgehalte in het bloed laag. Het is verstandig om weinig zout te eten en weinig alcohol te drinken. Daarmee zorg je ervoor dat de bloeddruk niet te hoog wordt.

WB OPDRACHT 35 T/M 44 BLZ. 123

WB PRACTICUM 4 BLZ. 136

▼ Afb. 36

Vitaminen houden hart en bloedvaten gezond

Met gezonde voeding kun je de kans op hart- en vaatziekten verlagen. Onderzoekers hebben ontdekt dat 40% van de Nederlanders te weinig vitamine K in het lichaam heeft. Als je te weinig vitamine K in je lichaam hebt, zijn je bloedvaten minder elastisch. Ook kunnen de bloedvaten en hartkleppen verkalken.

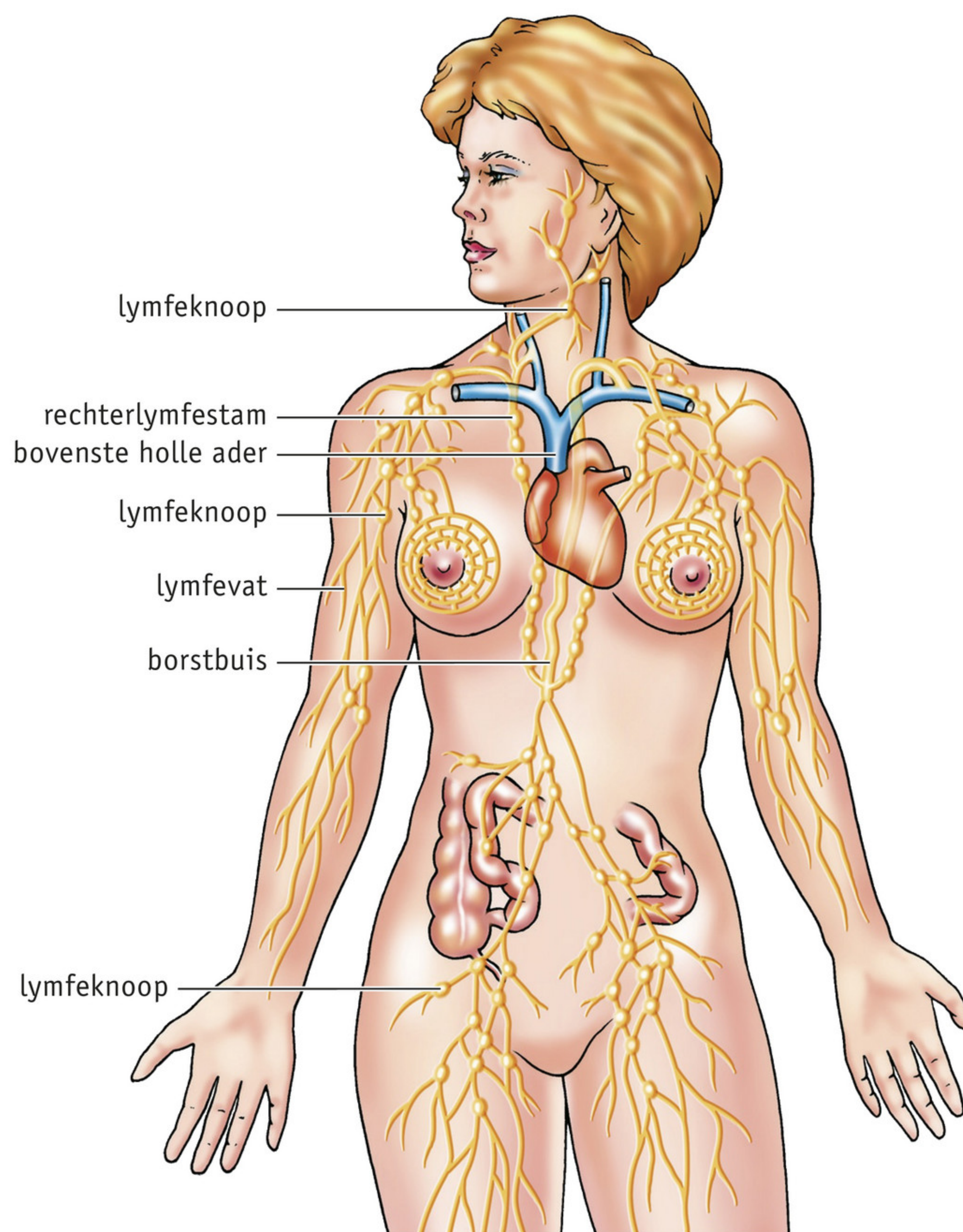
Volgens een wetenschapper lopen deze mensen een behoorlijk risico: 'Het tekort aan vitamine K is net zo schadelijk als het roken van twee pakjes sigaretten per dag.' Het is een onnodig risico, want door goede voeding kun je ervoor zorgen dat je genoeg vitamine K binnenkrijgt. Voedingsmiddelen met veel vitamine K zijn kaas, kwark en groene groenten, zoals broccoli en boerenkool.



6 Weefselvloeistof en lymfe

Naast het bloedvatstelsel is er nog een tweede vaatstelsel in je lichaam: het lymfevatstelsel. Dit stelsel bestaat uit lymfevaten en lymfeknopen (zie afbeelding 37). Het **lymfevatstelsel** heeft twee functies: de afvoer van vocht met afvalstoffen en de afweer tegen ziekteverwekkers.

► **Afb. 37** Het lymfevatstelsel (schematisch).



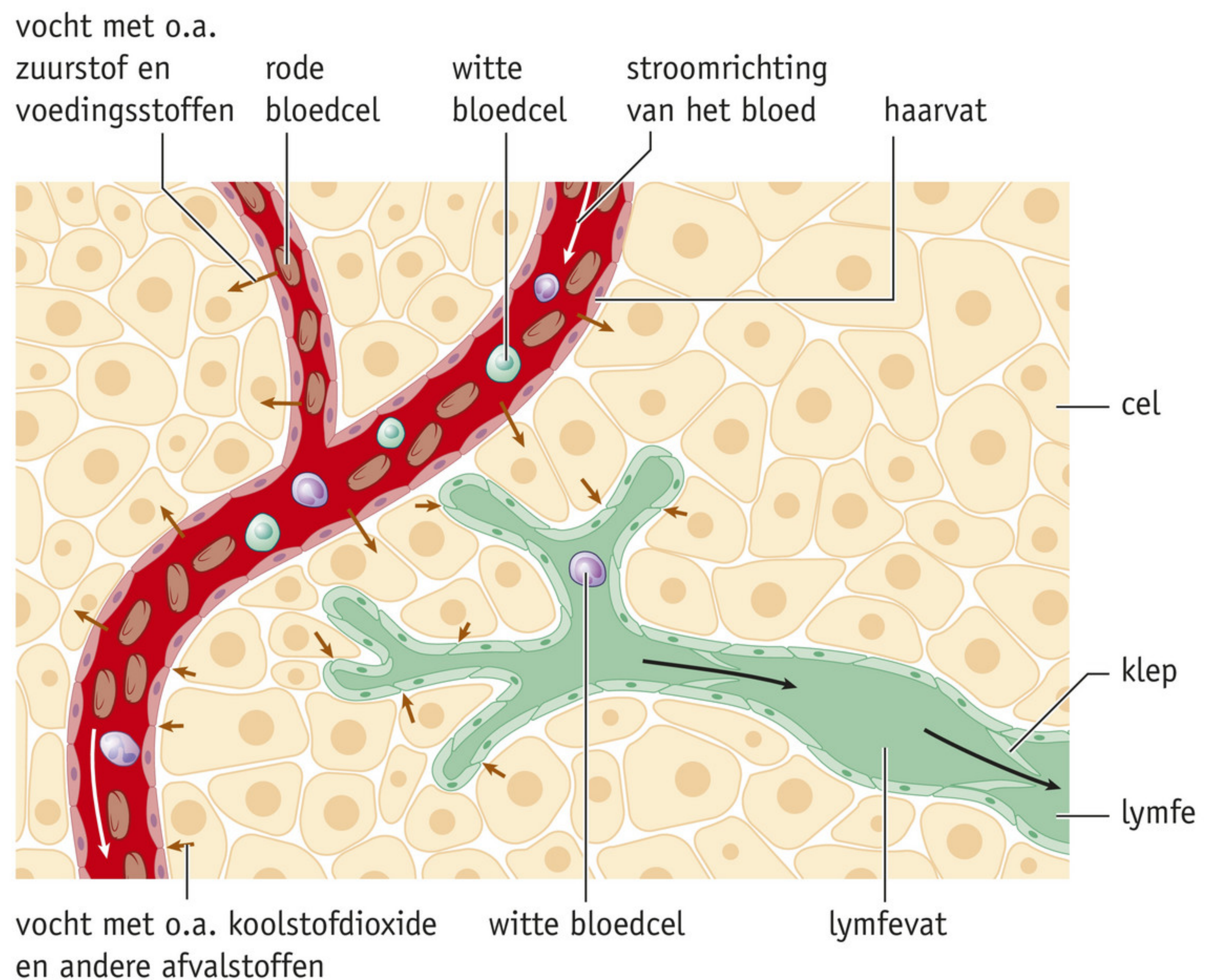
AFVOER VAN WEEFSELVLOEISTOF

Je hebt geleerd dat de wand van de haarvaten maar één cellaag dik is. Witte bloedcellen en vocht kunnen door de wand van de haarvaten heen. Dit gebeurt vooral in de grote bloedsomloop.

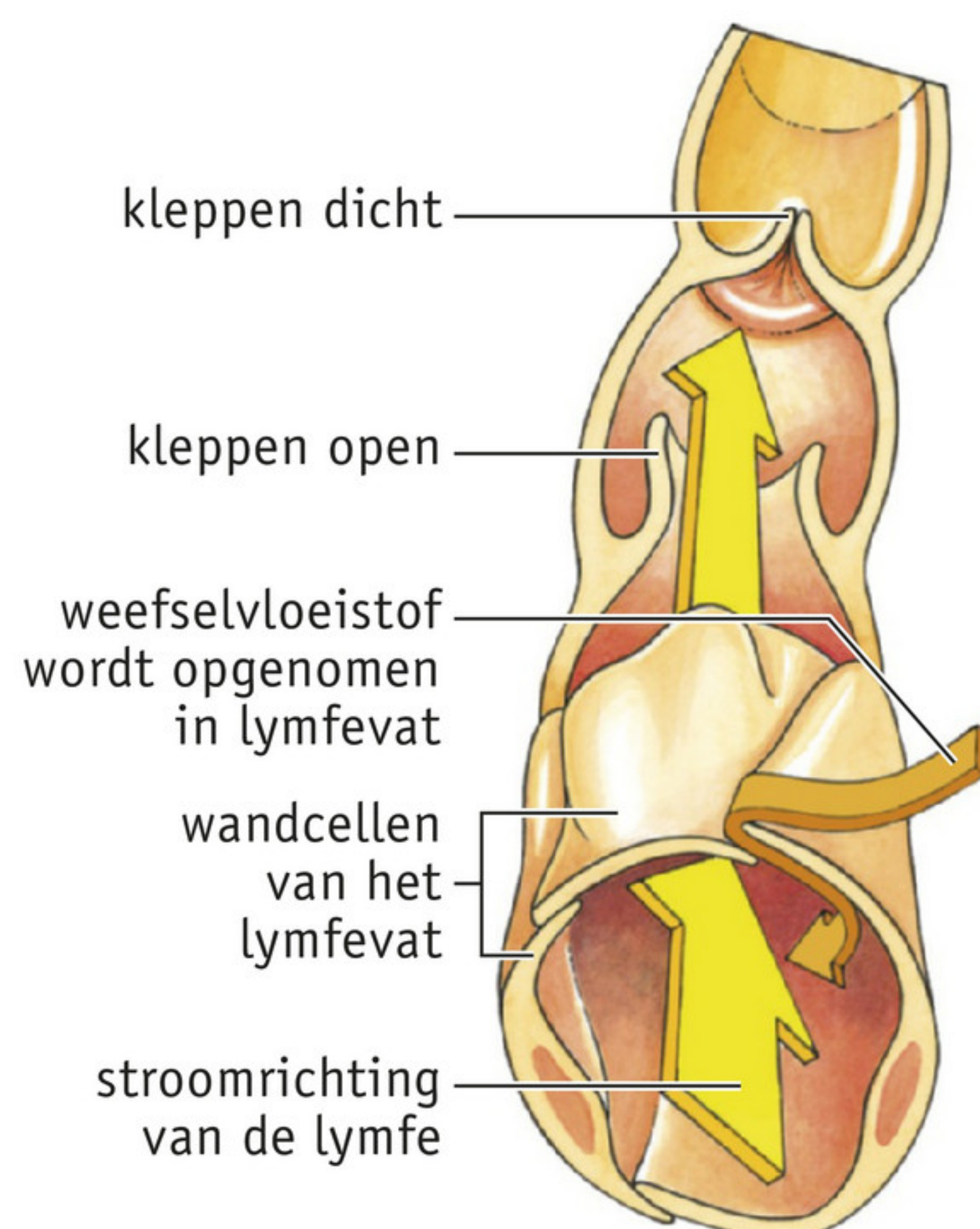
Door de bloeddruk wordt bij het begin van de haarvaten vocht naar buiten geperst. In dit vocht zijn onder andere zuurstof en voedingsstoffen opgelost. Het vocht dat zich buiten de haarvaten bevindt, wordt **weefselvloeistof** genoemd. Weefselvloeistof bevindt zich tussen de cellen van de organen.

Cellen nemen zuurstof en voedingsstoffen op uit de weefselvloeistof. De cellen produceren koolstofdioxide en andere afvalstoffen. Deze stoffen worden afgegeven aan de weefselvloeistof. De weefselvloeistof met koolstofdioxide en andere afvalstoffen wordt voor een deel weer opgenomen in de haarvaten (zie afbeelding 38).

► **Afb. 38** Deel van een orgaan met een haarvat, cellen en een lymfevat (schematisch).



▼ **Afb. 39** Een lymfevat (schematisch).



Het grootste deel van de weefselvloeistof wordt opgenomen in fijne **lymfevaten** (zie afbeelding 38). De vloeistof in de lymfevaten wordt **lymfe** genoemd. Lymfe bestaat uit water met opgeloste stoffen en witte bloedcellen. Door de lymfe worden onder andere antistoffen, hormonen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen vervoerd. Bovendien bevat lymfe een deel van de zuurstof en voedingsstoffen die niet door de cellen zijn opgenomen. De lymfevaten voeren de lymfe weg van de cellen in de organen. Kleppen in de lymfevaten zorgen ervoor dat de lymfe maar in één richting stroomt (zie afbeelding 39).

Verschillende fijne lymfevaten komen samen in grotere lymfevaten. Uiteindelijk komt alle lymfe terecht in twee grote lymfevaten: de rechterlymfestam en de borstbuis (zie afbeelding 37). Deze twee grote lymfevaten monden beide uit in aders die onder de sleutelbeenderen liggen. Via deze aders komt de lymfe in de bovenste holle ader terecht. De lymfe wordt opgenomen in het bloed.

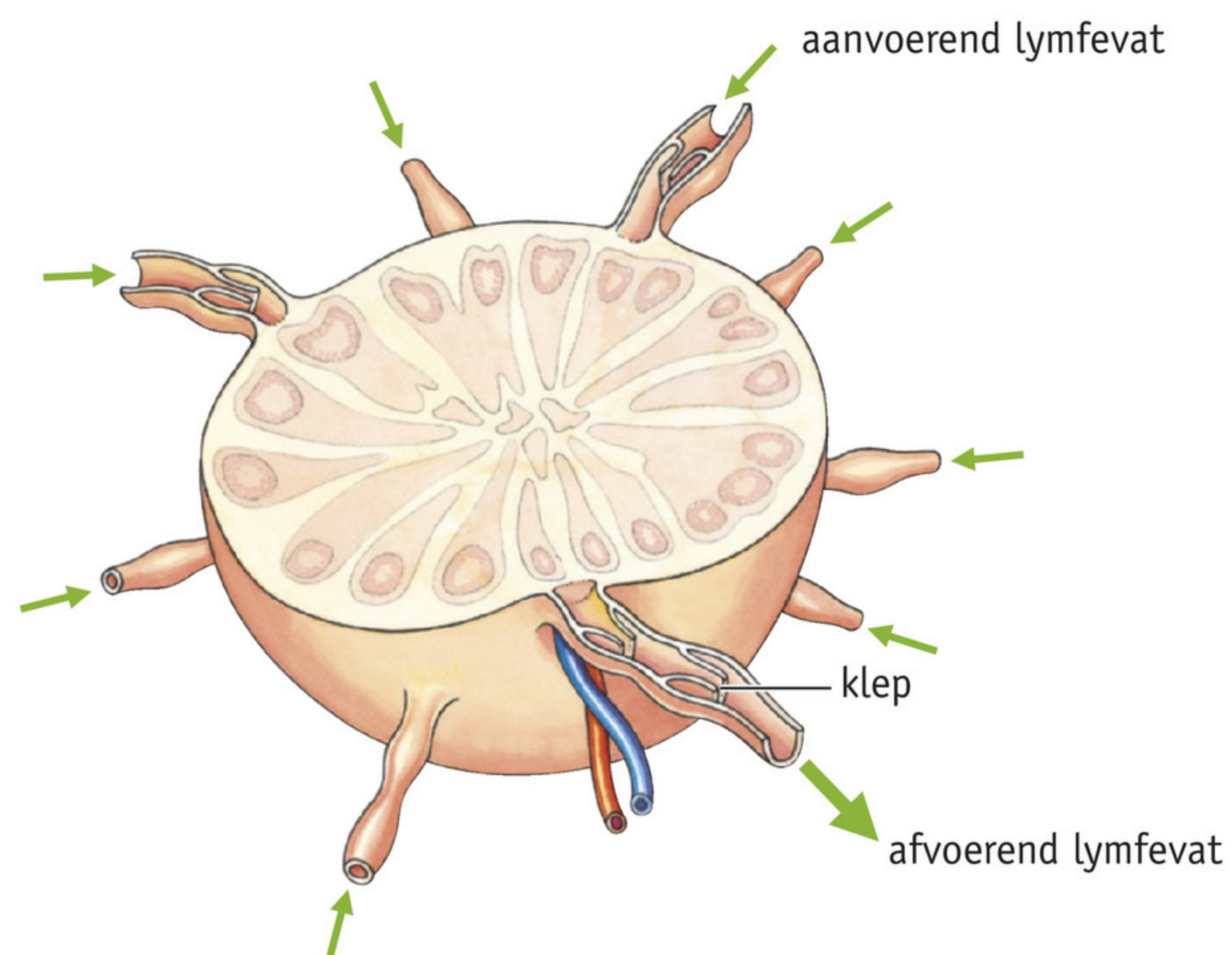
AFWEER TEGEN ZIEKTEVERWEKKERS

Op bepaalde plaatsen in het lichaam liggen lymfeknopen of lymfeklieren (zie afbeelding 40). **Lymfeknopen** zijn onder andere te vinden in de hals, in de oksels en in de liezen (zie afbeelding 37). De lymfeknopen zuiveren de lymfe van onder andere ziekteverwekkers.

In basisstof 1 heb je geleerd dat bepaalde witte bloedcellen zich ontwikkelen in lymfeknopen. Dit type witte bloedcellen maakt antistoffen. Antistoffen beschermen het lichaam tegen ziekteverwekkers. In de lymfeknopen worden ziekteverwekkers door antistoffen onschadelijk gemaakt. In lymfeknopen bevinden zich ook witte bloedcellen die ziekteverwekkers kunnen insluiten. Zo wordt de lymfe gezuiverd voor ze in het bloed terugkomt.

WB OPDRACHT 45 T/M 50 BLZ. 130

► **Afb. 40** Een lymfeknoop met lymfevaten (doorgesneden, schematisch).



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de bestanddelen van bloed noemen met hun kenmerken en functies.

- Bloed vervoert voedingsstoffen en zuurstof naar de cellen. Na verbranding van de voedingsstoffen ontstaan afvalstoffen. De afvalstoffen worden door het bloed afgevoerd. De constante aan- en afvoer van voedingsstoffen en afvalstoffen houden een organisme in leven.
- Bloed bestaat uit bloedplasma (ca. 55%) en uit bloedcellen en bloedplaatjes (ca. 45%).
- Bloedplasma: water met plasma-eiwitten (o.a. fibrinogeen) en opgeloste stoffen (o.a. zouten).
 - Bloedplasma vervoert zuurstof (een kleine hoeveelheid), voedingsstoffen (o.a. glucose), hormonen, enzymen, geneesmiddelen, antistoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - Bloedplasma zorgt voor verspreiding van warmte door het lichaam.
- Rode bloedcellen:
 - Ronde schijfjes met in het midden een indeuking.
 - Ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg en hebben geen celkern.
 - Worden na ongeveer vier maanden afgebroken in het rode beenmerg, de milt en de lever.
 - Rode bloedcellen bevatten hemoglobine.
 - Functie: zuurstof vervoeren.
 - Bloedarmoede: het bloed bevat te weinig hemoglobine of te weinig rode bloedcellen. Daardoor kan iemand zich voortdurend zwak en moe voelen. Mogelijke oorzaak: het voedsel bevat te weinig ijzerzouten (voor de vorming van hemoglobine is ijzer nodig).
- Witte bloedcellen:
 - Cellen met celkern.
 - Witte bloedcellen hebben geen vaste vorm: ze kunnen door de wand van haarvaten heen.
 - Ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg (witte bloedcellen die antistoffen vormen, ontwikkelen zich verder in lymfeknopen).
 - Functie: afweer tegen ziekteverwekkers (door bacteriën in te sluiten of door antistoffen).
 - Etter (pus): dode witte bloedcellen en gedode bacteriën.

- Leukemie: een vorm van kanker in het rode beenmerg waarbij er te veel witte bloedcellen worden gevormd, die bovendien niet goed werken. Er worden te weinig rode bloedcellen en bloedplaatjes gemaakt.
- Bloedplaatjes:
 - Delen van uiteengevallen cellen, zonder celkern.
 - Ontstaan in het rode beenmerg.
 - Functie: bloedstolling.
- Bloedstolling:
 - Bij verwonding wordt het bloedvat nauwer.
 - Bloedplaatjes kleven aan de beschadigde bloedvatwand en vormen een propje.
 - Uit deze bloedplaatjes komen stoffen vrij. Onder invloed van deze stoffen wordt fibrinogeen omgezet in fibrine.
 - Fibrine vormt een netwerk van draden op de wond waarin bloedcellen blijven hangen: de wond wordt afgesloten met een bloedstolsel.
 - Door indroging ontstaat een korstje.
 - Trombose: een bloedstolsel (bloedprop) binnen een bloedvat. Het bloedvat kan hierdoor worden afgesloten.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt in de dubbele bloedsomloop van de mens de kleine en grote bloedsomloop onderscheiden met hun functies.

- Dubbele bloedsomloop: per rondgang door het lichaam stroomt het bloed twee keer door het hart.
- Kleine bloedsomloop: hart – longen – hart.
 - Functie: zuurstof opnemen in het bloed en koolstofdioxide afgeven aan de lucht.
- Grote bloedsomloop: hart – rest van het lichaam – hart.
 - Functie: zuurstof en voedingsstoffen afgeven aan de cellen en koolstofdioxide en andere afvalstoffen opnemen in het bloed.

DOELSTELLING 3 BASISSTOF 3

Je kunt de delen van een hart en de aansluitende bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

Delen	Kenmerken en functies
Bovenste en onderste holle ader	– hierdoor stroomt zuurstofarm bloed van de organen van het lichaam naar het hart
Rechterboezem	– ontvangt zuurstofarm bloed uit de bovenste en onderste holle ader en voert dit door naar de rechterkamer – pompt bloed over een kleine afstand zodat de wand weinig gespierd is
Rechterkamer	– pompt zuurstofarm bloed in de longslagader – pompt bloed naar beide longen zodat de wand gespierd is
Longslagader(s)	– hierdoor stroomt zuurstofarm bloed van het hart naar de longen
Longaders	– hierdoor stroomt zuurstofrijk bloed van de longen naar het hart
Linkerboezem	– ontvangt zuurstofrijk bloed uit de longaders en voert dit door naar de linkerkamer – pompt bloed over een kleine afstand zodat de wand weinig gespierd is
Linkerkamer	– pompt zuurstofrijk bloed in de aorta – pompt bloed naar de grote bloedsomloop zodat de wand zeer gespierd is
Aorta	– hierdoor stroomt zuurstofrijk bloed van het hart naar de organen van het lichaam
Harttussenwand	– scheidt de linker en rechter harthelft
Hartkleppen	– kleppen tussen de boezems en de kamers – verhinderen dat bloed terugstroomt van de kamers naar de boezems
Halvemaanvormige kleppen	– kleppen aan het begin van de longslagader en van de aorta – verhinderen dat bloed terugstroomt van de longslagader en de aorta naar de kamers
Kransslagaders	– aftakkingen van de aorta – hierdoor stroomt bloed, dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose), naar de hartspier
Kransaders	– hierdoor stroomt bloed, dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen, weg uit de hartspier – eindigen in de rechterboezem

DOELSTELLING 4 BASISSTOF 3

Je kunt beschrijven hoe een hartslag verloopt.

- Samentrekken van de boezems:
 - De boezems trekken samen. Hierdoor stroomt het bloed naar de kamers.
 - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.
- Samentrekken van de kamers:
 - De kamers trekken samen.
 - De hartkleppen gaan dicht.
 - De druk in de kamers stijgt.
 - De halvemaanvormige kleppen gaan open.
 - Het bloed wordt in de longslagader(s) en aorta gepompt.
- Hartpauze:
 - Zowel de boezems als de kamers zijn ontspannen.
 - Bloed stroomt vanuit de holle aders en longaders naar de boezems en kamers.
 - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.

DOELSTELLING 5 BASISSTOF 4

Je kunt drie typen bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

- Slagaders:
 - hierdoor stroomt bloed van het hart weg;
 - bloeddruk: de druk van het bloed tegen de wand van het bloedvat;
 - dikke, stevige en elastische wand;
 - ‘slag’ merkbaar, o.a. in de polsen;
 - meestal dieper in het lichaam gelegen;
 - alleen halvemaanvormige kleppen (aan het begin van longslagader en aorta).
- Haarvaten:
 - wand van één cellaag dik;
 - witte bloedcellen en vocht met zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen (o.a. koolstofdioxide) kunnen door de wand.

- Aders:
 - hierdoor stroomt bloed naar het hart toe;
 - lage bloeddruk;
 - dunne wand;
 - geen ‘slag’ merkbaar;
 - meestal ondiep in het lichaam gelegen;
 - kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt (vooral in de armen en benen).

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt in het bloedvatenstelsel van de mens slagaders en aders benoemen en je kunt de samenstelling van het bloed aangeven.

- Kleine bloedsomloop: longslagaders – longaders.
 - Door longslagaders stroomt zuurstofarm bloed.
 - Door longaders stroomt zuurstofrijk bloed.
- Grote bloedsomloop: aorta – kransslagaders – kransaders – armslagaders – armaders – halsslagaders – halsaders – leverslagader – leverader – darmslagader – poortader – nierslagaders – nieraders – beenslagaders – beenaders – onderste holle ader – bovenste holle ader.
 - Door slagaders stroomt zuurstofrijk bloed.
 - Door aders (waaronder de poortader) stroomt zuurstofarm bloed.
- Glucosegehalte van het bloed:
 - Bij de meeste organen is het glucosegehalte van het bloed in de slagader hoger dan in de bijbehorende ader.
 - In de poortader treden de grootste schommelingen op in het glucosegehalte van het bloed (afhankelijk van de voeding).
 - Doordat de lever het glucosegehalte van het bloed constant houdt, is het glucosegehalte van het bloed in de leverader (meestal) hoger dan in de andere aders.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Je kunt oorzaken en gevolgen van hart- en vaatziekten noemen. Ook kun je aangeven hoe je de kans op hart- en vaatziekten kunt verkleinen.

- Afwijkingen in de bloeddruk.
 - Mensen met een te lage bloeddruk kunnen duizelig worden als ze opstaan uit een liggende of zittende houding.
 - Te hoge bloeddruk vergroot de kans op schade aan bloedvaten en organen.

- Slagaderverkalking (atherosclerose): vernauwing van de bloedvaten.
 - Oorzaak: vooral door een hoog cholesterolgehalte van het bloed wordt een laag van witte bloedcellen, met cholesterol en in een later stadium ook kalk (een plaque), afgezet tegen de binnenwand van de bloedvaten.
 - Gevolg: verminderde bloedtoevoer naar organen en kans op ontstaan van een bloedstolsel en verstopping van een bloedvat.
- Hartinfarct (hartaanval): een deel van de hartspier krijgt geen zuurstof en voedingsstoffen meer.
 - Oorzaak: een kransslagader of vertakking ervan is verstopt geraakt (meestal door slagaderverkalking).
 - Gevolg: een deel van de hartspier sterft af. Dit kan dodelijk zijn.
- Hartritmestoornissen: langdurige verstoringen van het normale hartritme (hartslagfrequentie).
 - Oorzaak: storingen bij het ontstaan en verspreiden van impulsen die het samentrekken van het hartspierweefsel veroorzaken. Dit kan het gevolg zijn van aanhoudende stress, o.a. door een verhoogd adrenalinegehalte.
 - Gevolg: een verminderde hartwerking en soms een hartstilstand.
- Je kunt de kans op hart- en vaatziekten verkleinen door een gezonde leefstijl.
 - Matig zijn met alcohol en niet roken.
 - Weinig verzadigd vet en weinig zout eten.
 - Regelmatige beweging, voldoende ontspanning en een gezond lichaamsgewicht.
- Erfelijke factoren spelen een rol bij het krijgen van hart- en vaatziekten.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

Je kunt de kenmerken en functies van weefselvloeistof en lymfe noemen.

- Weefselvloeistof ontstaat doordat in de haarvaten vocht naar buiten wordt geperst onder invloed van de bloeddruk.
 - Weefselvloeistof bevat o.a. zuurstof, voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen. Weefselvloeistof kan ook witte bloedcellen bevatten.
 - Functie weefselvloeistof: zuurstof en voedingsstoffen naar de cellen toevoeren en koolstofdioxide en andere afvalstoffen van de cellen afvoeren.
 - Een deel van de weefselvloeistof wordt weer opgenomen in de haarvaten.

- Lymfe ontstaat doordat een groot deel van de weefselvloeistof wordt opgenomen in lymfevaten.
 - Lymfe bevat o.a. koolstofdioxide en andere afvalstoffen, antistoffen, hormonen, zuurstof en voedingsstoffen. Lymfe kan ook witte bloedcellen bevatten.
 - Lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. In de lymfevaten komen kleppen voor.
- Het lymfevatenstelsel bestaat uit lymfevaten en lymfeknopen (lymfeklieren).
 - Het lymfevatenstelsel voert lymfe met opgeloste stoffen terug naar het bloedvatenstelsel.
 - Lymfeknopen (lymfeklieren) zuiveren de lymfe van o.a. ziekteverwekkers.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het halen van informatie uit artikelen en folders;
- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen;
- het lezen en maken van een tabel;
- het lezen van een diagram;
- het halen van informatie uit meerdere informatiebronnen tegelijkertijd.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

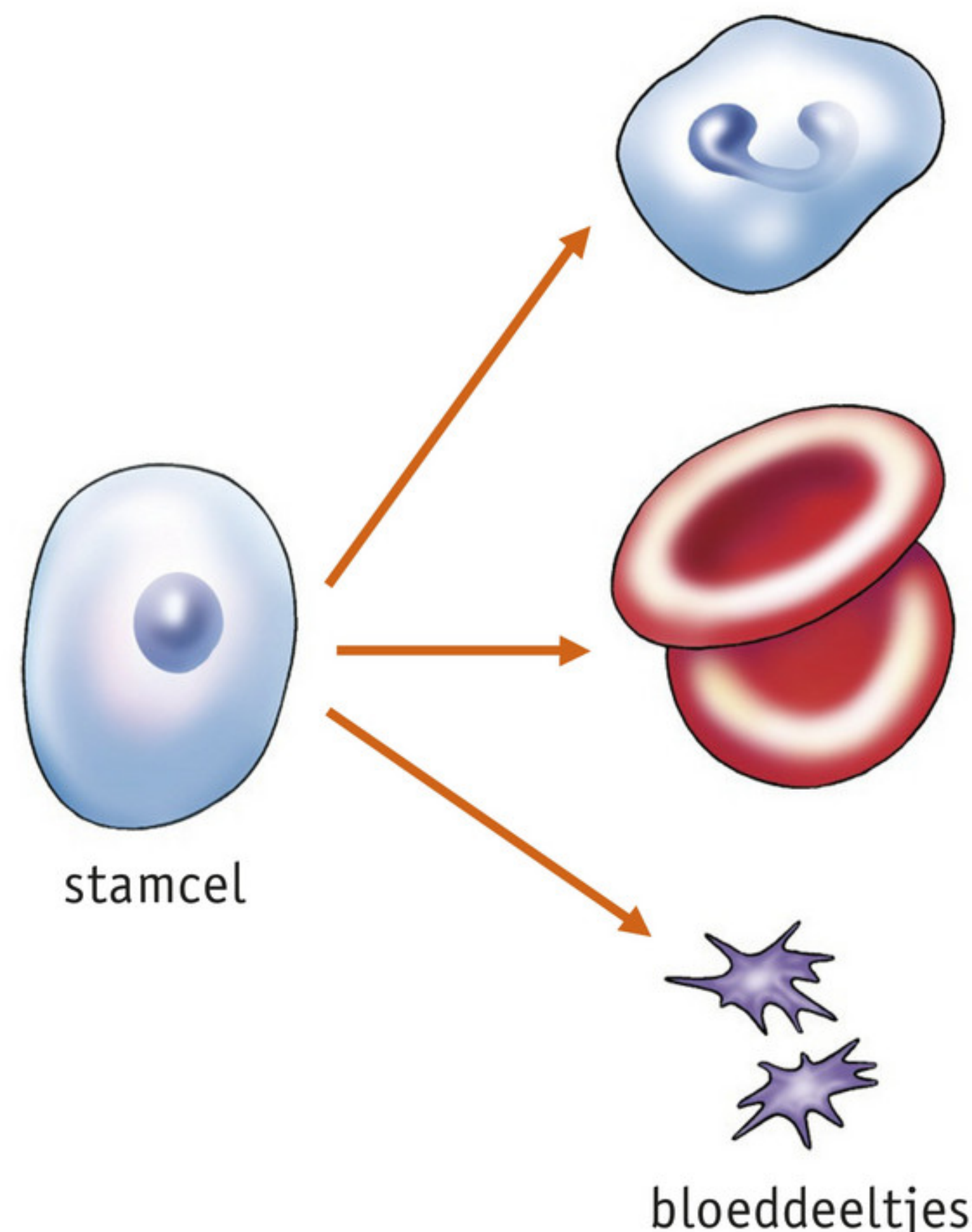
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

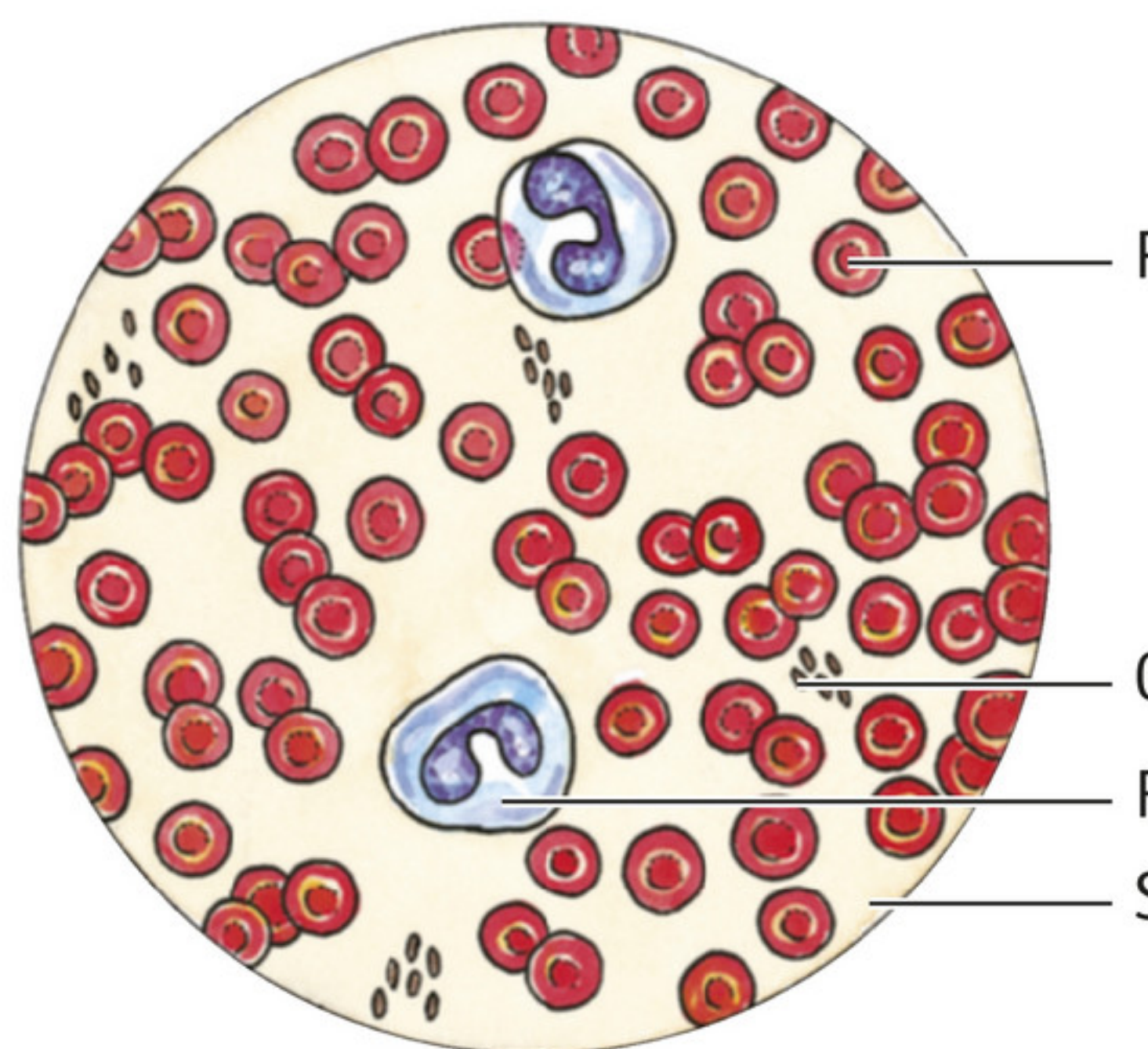
- 1 In welke bestanddelen van het bloed komen celkernen voor?
 - A Alleen in rode bloedcellen.
 - B Alleen in witte bloedcellen.
 - C In rode bloedcellen en in bloedplaatjes.
 - D In rode bloedcellen en in witte bloedcellen.
- 2 In afbeelding 41 is weergegeven dat bloeddeeltjes zich ontwikkelen uit stamcellen. Waar in het lichaam bevinden zich deze stamcellen?
 - A In de lever.
 - B In het bloed in de bloedvaten.
 - C In het hart.
 - D In het rode beenmerg.

▼ **Afb. 41** Bloeddeeltjes ontwikkelen zich uit stamcellen.



Afbeelding 42 is een tekening van bloed gezien door een microscoop. Vier bestanddelen van bloed zijn aangegeven met P, Q, R en S. Vraag 3 en 4 gaan over deze afbeelding.

▼ **Afb. 42** Beeld van bloed door een microscoop.



- 3 Sommige mensen drinken voor het eten een alcoholhoudende drank, zoals sherry of port. Alcohol wordt met het bloed onder andere naar de hersenen vervoerd. Alcohol heeft invloed op de werking van het zenuwstelsel. Door welk van de aangegeven bestanddelen wordt het grootste gedeelte van de alcohol vervoerd?
 - A Door P.
 - B Door Q.
 - C Door R.
 - D Door S.
- 4 Iemand met bloedarmoede voelt zich voortdurend zwak en moe. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat het voedsel te weinig ijzerzouten bevat. Hierdoor bevat het bloed te weinig van een bepaalde stof. In welk van de aangegeven bestanddelen bevindt deze stof zich?
 - A In P.
 - B In Q.
 - C In R.
- 5 Lees de context 'Grote pieterman' (zie afbeelding 43). Door het gif van een grote pieterman worden een of meer functies van het bloed verstoord. Het bloed heeft onder andere de volgende functies:
 - 1 afweer tegen ziekten;
 - 2 bloedstolling;
 - 3 zuurstoftransport.
 Welke van deze functies wordt (worden) volgens de context verstoord?
 - A Alleen functie 1.
 - B Alleen functie 2.
 - C De functies 1 en 3.
 - D De functies 2 en 3.

▼ Afb. 43

Grote pieterman

De grote pieterman is een vissoort van ongeveer 25 cm lang. Grote pietermannen leven in zee. Ze zijn overdag ingegraven in het zand. 's Nachts jagen ze op visjes. De harde stralen van de voorste rugvin hebben gifstekels. Als een mens in de gifstekels trapt, komt het gif in het bloed terecht. Het gif veroorzaakt hevige pijn en zwellingen. Het gif tast de rode en witte bloedcellen aan.



- 6 Lees de context 'Trombose' (zie afbeelding 44). Bij het ontstaan van trombose zijn stoffen uit verschillende bestanddelen van het bloed betrokken. Uit welke bestanddelen van het bloed zijn stoffen betrokken bij het ontstaan van trombose?
- Uit bloedplaatjes.
 - Uit rode bloedcellen.
 - Uit witte bloedcellen.
- 7 Bij bloedstolling vinden onder andere de volgende processen plaats:
- Er vormt zich een netwerk van draden.
 - Fibrinogeen wordt omgezet in fibrine.
 - Uit bloedplaatjes komen stoffen vrij.
- Wat is de juiste volgorde waarin deze processen zich bij bloedstolling afspelen?
- 1 - 2 - 3.
 - 2 - 3 - 1.
 - 3 - 1 - 2.
 - 3 - 2 - 1.

▼ Afb. 44

Trombose

Trombose is het afsluiten van een bloedvat door bloedstolsels. Tijdens lange vlieg- en busreizen is door het langdurig zitten de doorstroming van het bloed minder goed. Hierdoor wordt de kans op het ontstaan van trombose groter. Dit wordt 'reizigerstrombose' genoemd.



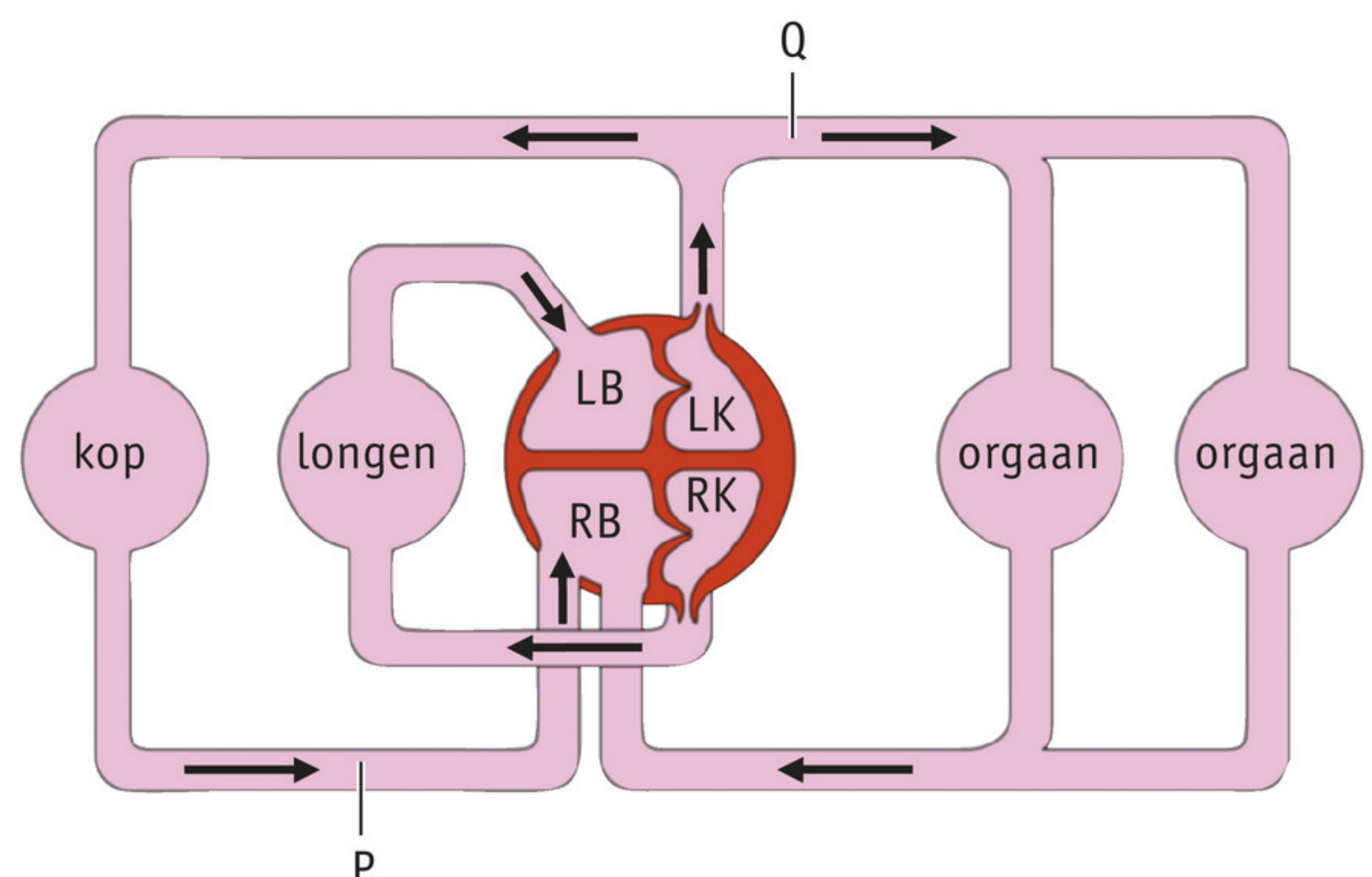
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen. In afbeelding 45 is de bloedsomloop van een waterrat schematisch getekend.

- 1 Heeft een waterrat een dubbele bloedsomloop of een enkele bloedsomloop?
- Een dubbele bloedsomloop.
 - Een enkele bloedsomloop.

▼ Afb. 45 Bloedsomloop van een waterrat (schematisch).



- 2 Behoren de longen van een rat tot de grote bloedsomloop of tot de kleine bloedsomloop?
- A Tot de grote bloedsomloop.
B Tot de kleine bloedsomloop.
- 3 Bevat bloedvat P zuurstofarm of zuurstofrijk bloed?
- A Zuurstofarm bloed.
B Zuurstofrijk bloed.
- 4 Is het koolstofdioxidegehalte van het bloed bij Q hoog of laag?
- A Hoog.
B Laag.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

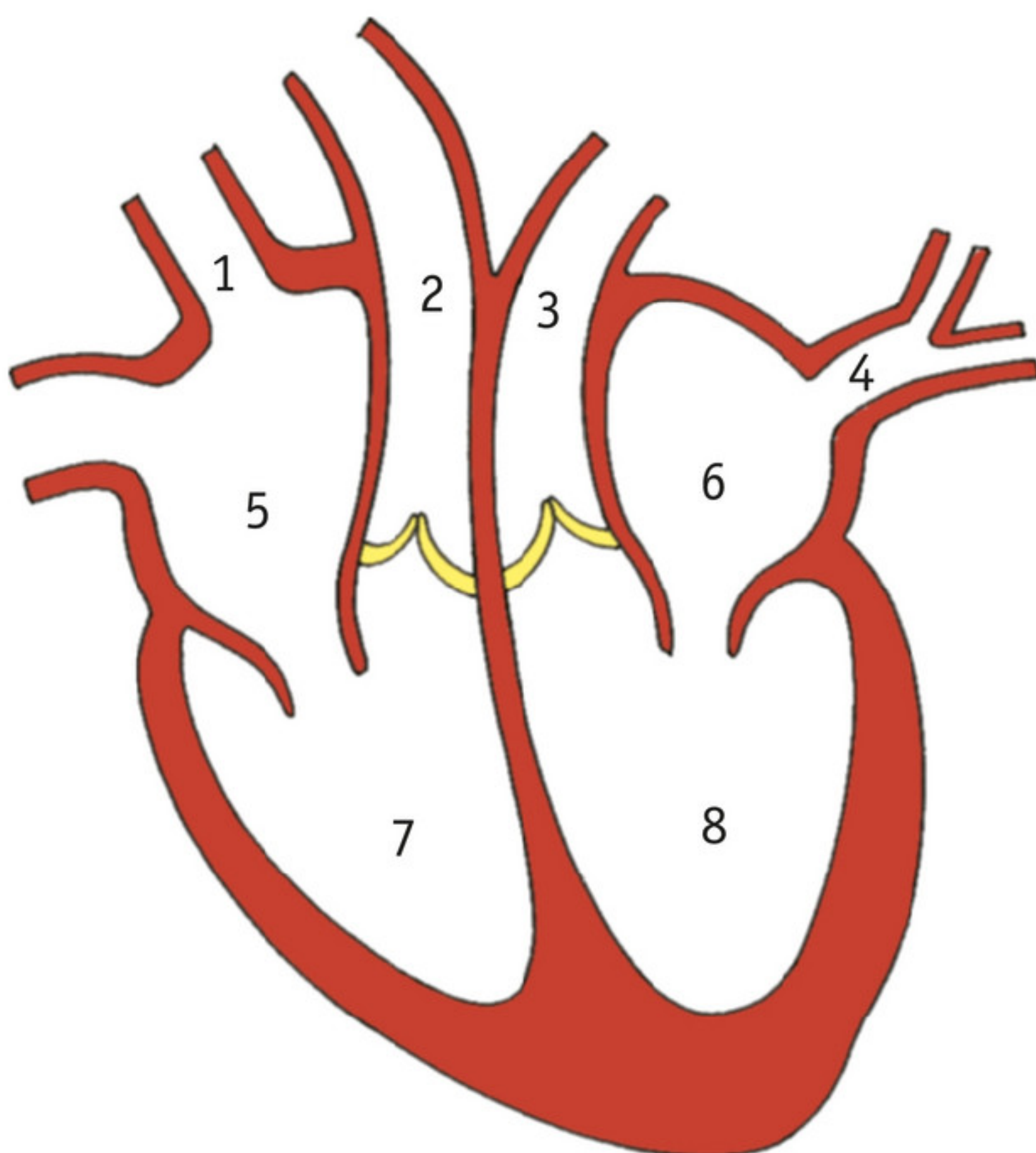
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Welk deel van het hart heeft de meest gespierde wand?
- A De linkerboezem.
B De linkerkamer.
C De rechterboezem.
D De rechterkamer.

In afbeelding 46 is een doorsnede van het hart met aansluitende bloedvaten schematisch getekend. Vraag 2 en 3 gaan over deze afbeelding.

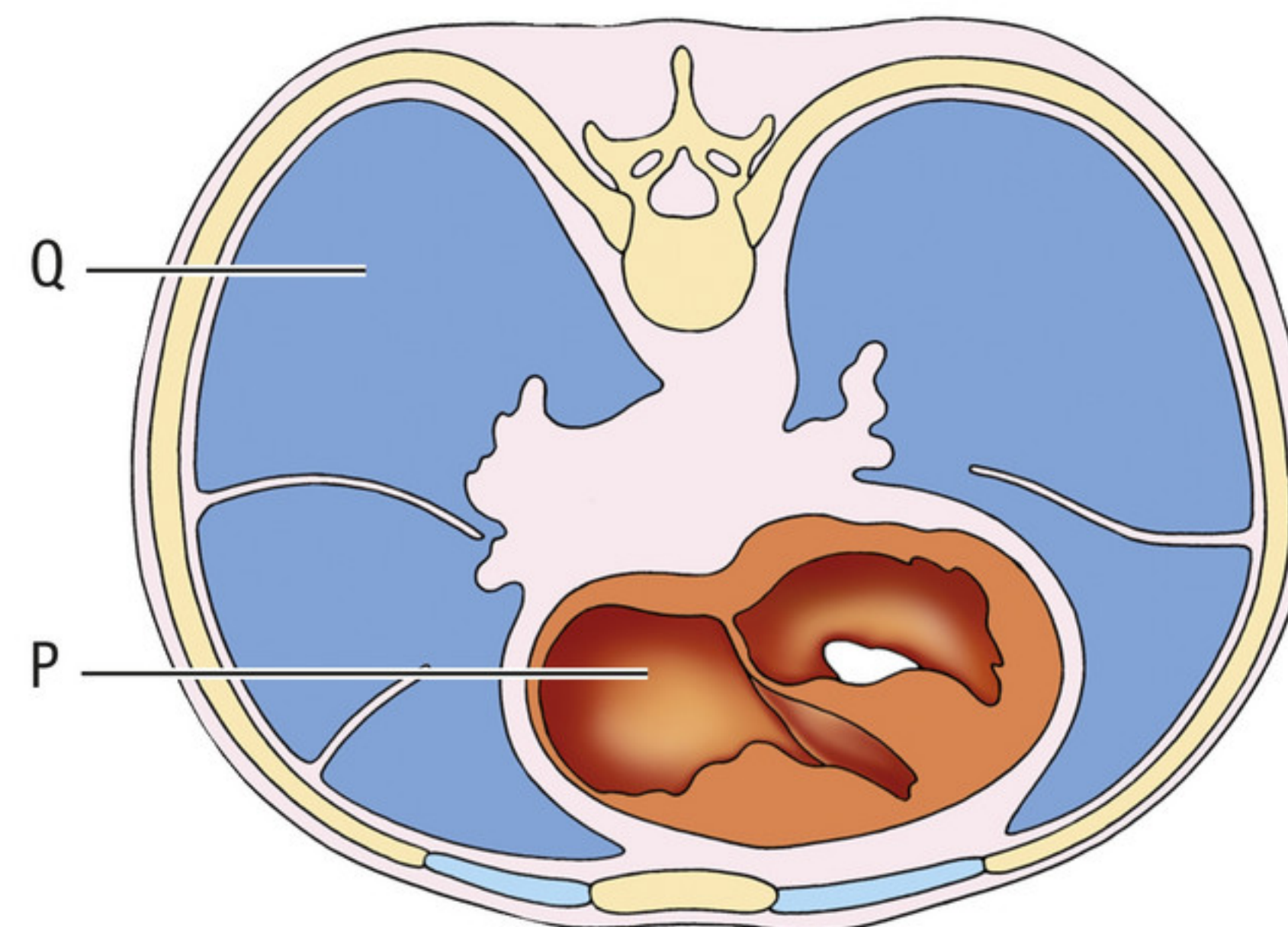
- 2 Via welk van de genummerde bloedvaten komt zuurstofarm bloed het hart binnen?
- A Via bloedvat 1.
B Via bloedvat 2.
C Via bloedvat 3.
D Via bloedvat 4.

▼ **Afb. 46** Boezems en kamers in het hart (schematisch).



- 3 Welk nummer geeft het deel van het hart aan dat het bloed naar onder andere de benen pompt?
- A Nummer 5.
B Nummer 6.
C Nummer 7.
D Nummer 8.
- 4 In afbeelding 47 is een dwarsdoorsnede door de borstkas van de mens schematisch getekend. P geeft de rechter harthelft aan. Q geeft de rechterlong aan. P is door een bloedvat verbonden met orgaan Q. Dit bloedvat is niet getekend. Hoe heet dit bloedvat?
- A Aorta.
B Kransader.
C Longader.
D Longslagader.

▼ **Afb. 47** Dwarsdoorsnede door de borstkas van de mens (schematisch).



- 5 Het bloed in een kransader wordt vergeleken met het bloed in een kransslagader, wat betreft het glucosegehalte. In welk type bloedvat bevindt zich bloed met het hoogste glucosegehalte?
- A In een kransader.
B In een kransslagader.
- 6 Wat is de functie van de hartkleppen?
- A Ze verhinderen dat het bloed uit de boezems naar de aders stroomt.
B Ze verhinderen dat het bloed uit de boezems naar de kamers stroomt.
C Ze verhinderen dat het bloed uit de kamers naar de boezems stroomt.
D Ze verhinderen dat het bloed uit de kamers naar de slagaders stroomt.

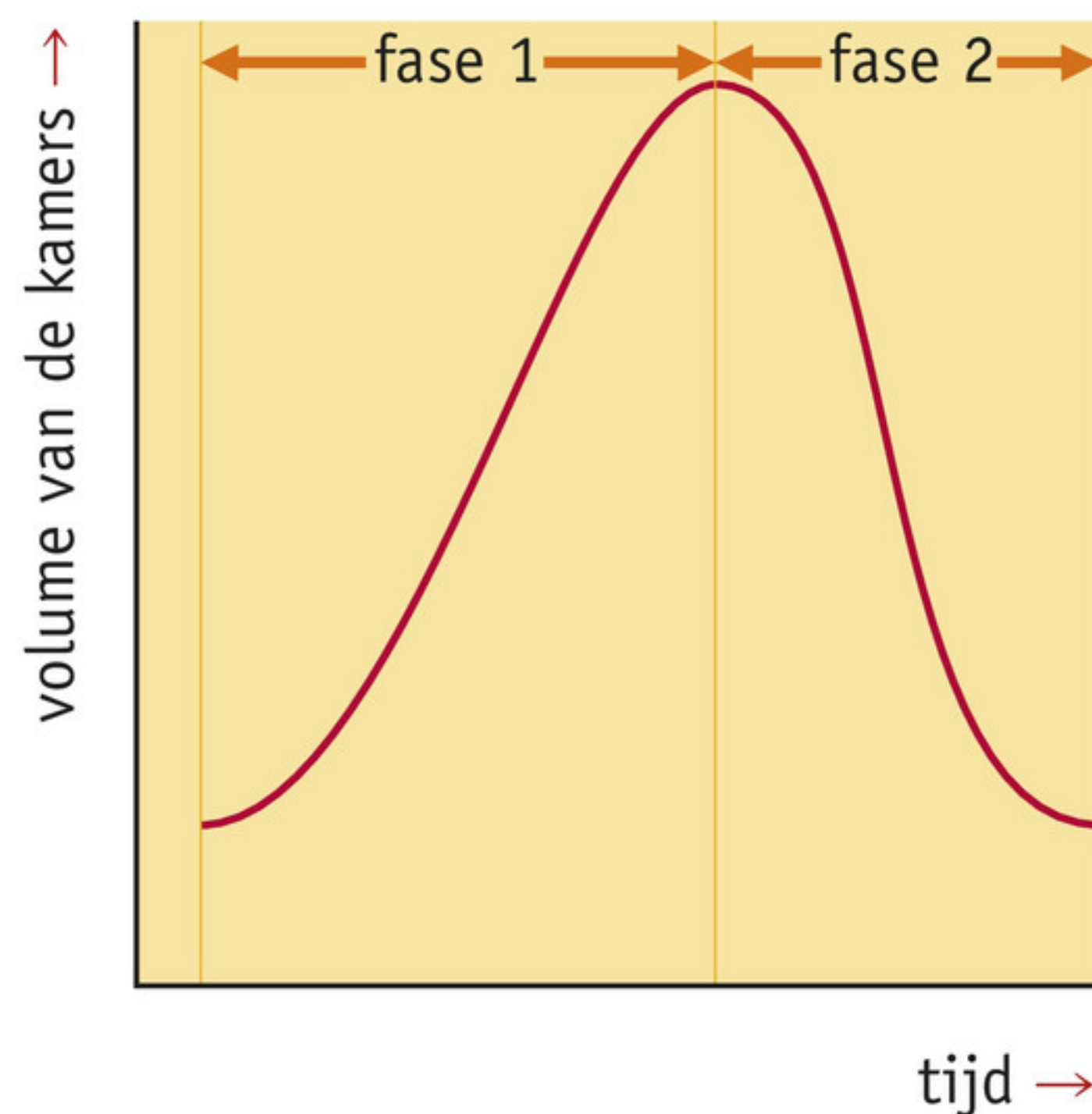
DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 48 is de verandering van het volume van de hartkamers in een diagram weergegeven. In fase 2 daalt het volume in de kamers. De kamers trekken dan samen. In welke richting stroomt het bloed in fase 2?
- A Van de boezems naar de kamers.
 - B Van de holle aders en longaders naar de boezems.
 - C Van de kamers naar de boezems.
 - D Van de kamers naar de longslagader en de aorta.

▼ **Afb. 48** Verandering van het volume van de hartkamers.



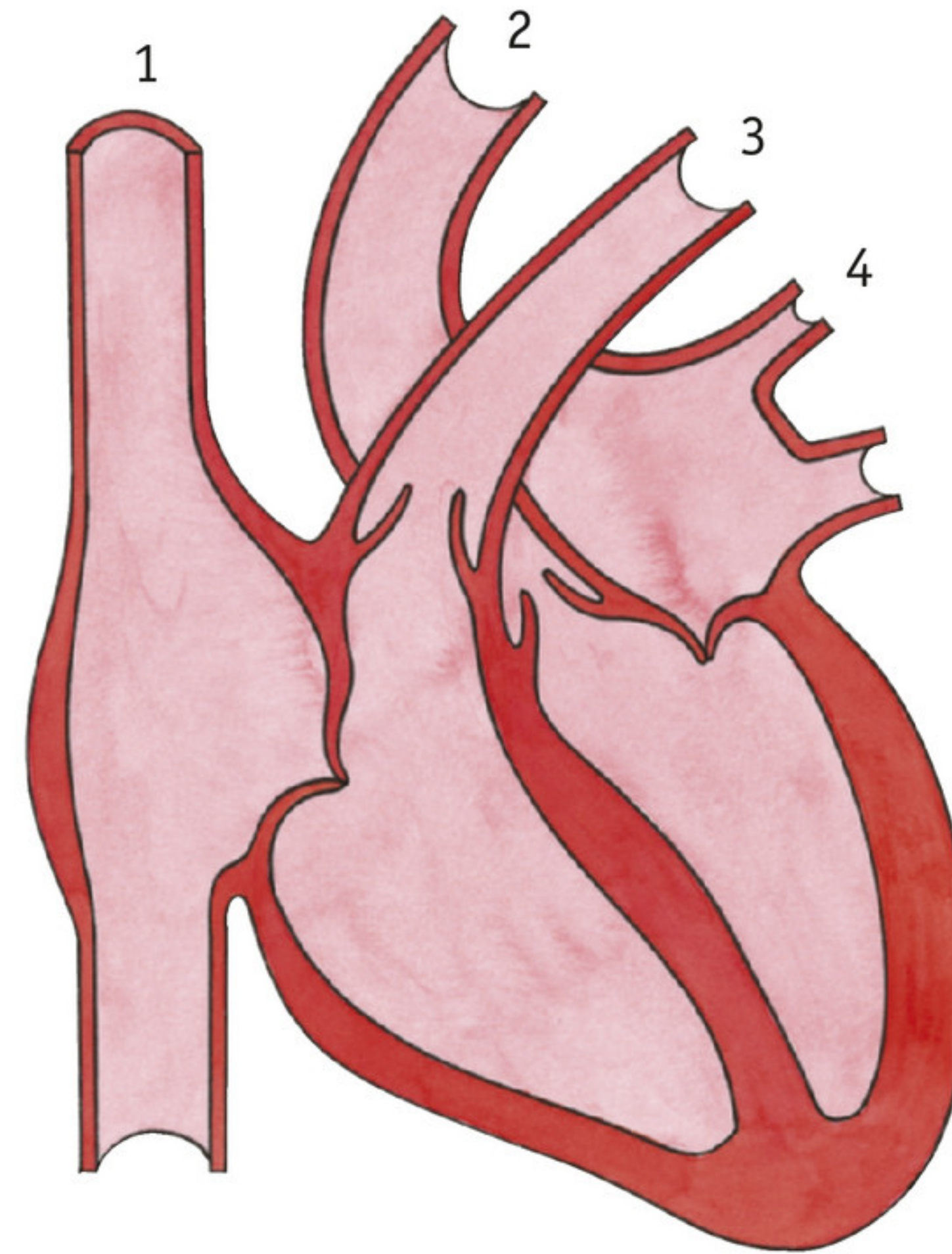
- 2 Bij de werking van het hart zijn drie fasen te onderscheiden. Tussen de boezems en de kamers bevinden zich kleppen. Tijdens welke fase zijn deze kleppen dicht?
- A Tijdens de hartpauze.
 - B Tijdens het samentrekken van de boezems.
 - C Tijdens het samentrekken van de kamers.

In afbeelding 49 is een schematische doorsnede getekend van het hart op een bepaald moment.

Vraag 3 en 4 gaan over deze afbeelding.

- 3 Trekken de kamers van dit hart op dit moment samen, of ontspannen ze zich?
- A De kamers ontspannen zich.
 - B De kamers trekken samen.

▼ **Afb. 49** Doorsnede van het hart op een bepaald moment (schematisch).



- 4 De linkerkamer pompt krachtiger dan de rechterkamer. In welk bloedvat is op dit moment de bloeddruk het hoogst?
- A In bloedvat 1.
 - B In bloedvat 2.
 - C In bloedvat 3.
 - D In bloedvat 4.
- 5 Het hart van een mens klopt in rust gemiddeld 70 keer per minuut. Bij elke hartslag verlaat ongeveer 70 mL bloed elke kamer. Vanuit het hart gaat bloed naar de longen en naar andere delen van het lichaam. Hoeveel bloed stroomt er gemiddeld in totaal bij elke hartslag het hart binnen?
- A Ongeveer 70 mL.
 - B Ongeveer 140 mL.
 - C Ongeveer 5 L.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Een bloedvat voert bloed van de aorta naar de lever. Tot welk type bloedvaten behoort dit bloedvat?
- 2 Welke bloedvaten hebben een wand van één cellaag dik?

- 3 Welke bloedvaten zijn in afbeelding 50 als verdikking op de voet te zien?

▼ **Afb. 50** Bloedvaten op een voet.



- 4 In welke bloedvaten is de bloeddruk het laagst?
 5 Een bepaald bloedvat heeft een dikke, stevige en elastische wand.
 Tot welk type bloedvaten behoort dit bloedvat?
 6 In welke bloedvaten komen op veel plaatsen kleppen voor?
 7 In je pols kun je je polsslag opnemen (zie afbeelding 51).
 Tot welk type bloedvaten behoort het bloedvat waaraan je je polsslag voelt?

▼ **Afb. 51** Je polsslag opnemen.



- 8 Bij welke bloedvaten kunnen witte bloedcellen en vocht door de wand heen?
 9 In afbeelding 52 is een afwijking te zien die onder andere wordt veroorzaakt doordat bloed niet goed doorstroomt.
 In welk type bloedvaten komt deze afwijking voor?

▼ **Afb. 52** Afwijking door een slechte doorstroming.

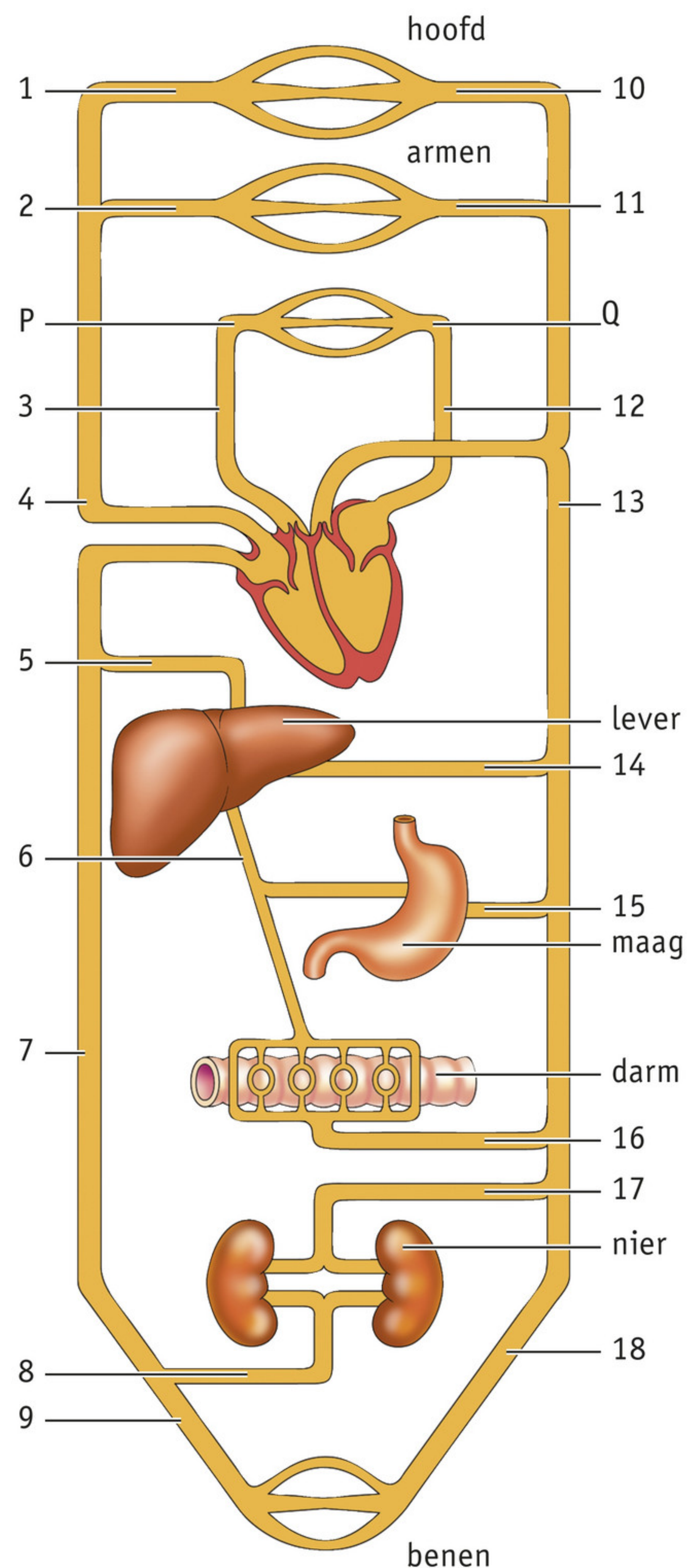


DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
 In afbeelding 53 is het bloedvatensysteem van de mens schematisch getekend. Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

▼ **Afb. 53** Bloedvatensysteem (schematisch).



- 1 Welk bloedvat maakt deel uit van de kleine bloedsomloop?
 - A Bloedvat 1.
 - B Bloedvat 2.
 - C Bloedvat 3.
 - D Bloedvat 10.
 - E Bloedvat 11.
- 2 In bloedvat 5 bevindt zich een rode bloedcel. In welk bloedvat komt deze rode bloedcel het eerst terecht na bloedvat 5?
 - A In bloedvat 3.
 - B In bloedvat 4.
 - C In bloedvat 6.
 - D In bloedvat 7.
 - E In bloedvat 14.
- 3 In de afbeelding zijn bloedvaten aangegeven met P en Q. Er wordt onderzocht wat er gebeurt met het zuurstofgehalte van het bloed tussen deze bloedvaten. In afbeelding 54 zijn twee diagrammen gegeven. Welk diagram geeft schematisch weer wat er gebeurt met het zuurstofgehalte van het bloed tussen P en Q?
 - A Diagram 1.
 - B Diagram 2.

▼ **Afb. 54** Wat gebeurt er met het zuurstofgehalte van het bloed?

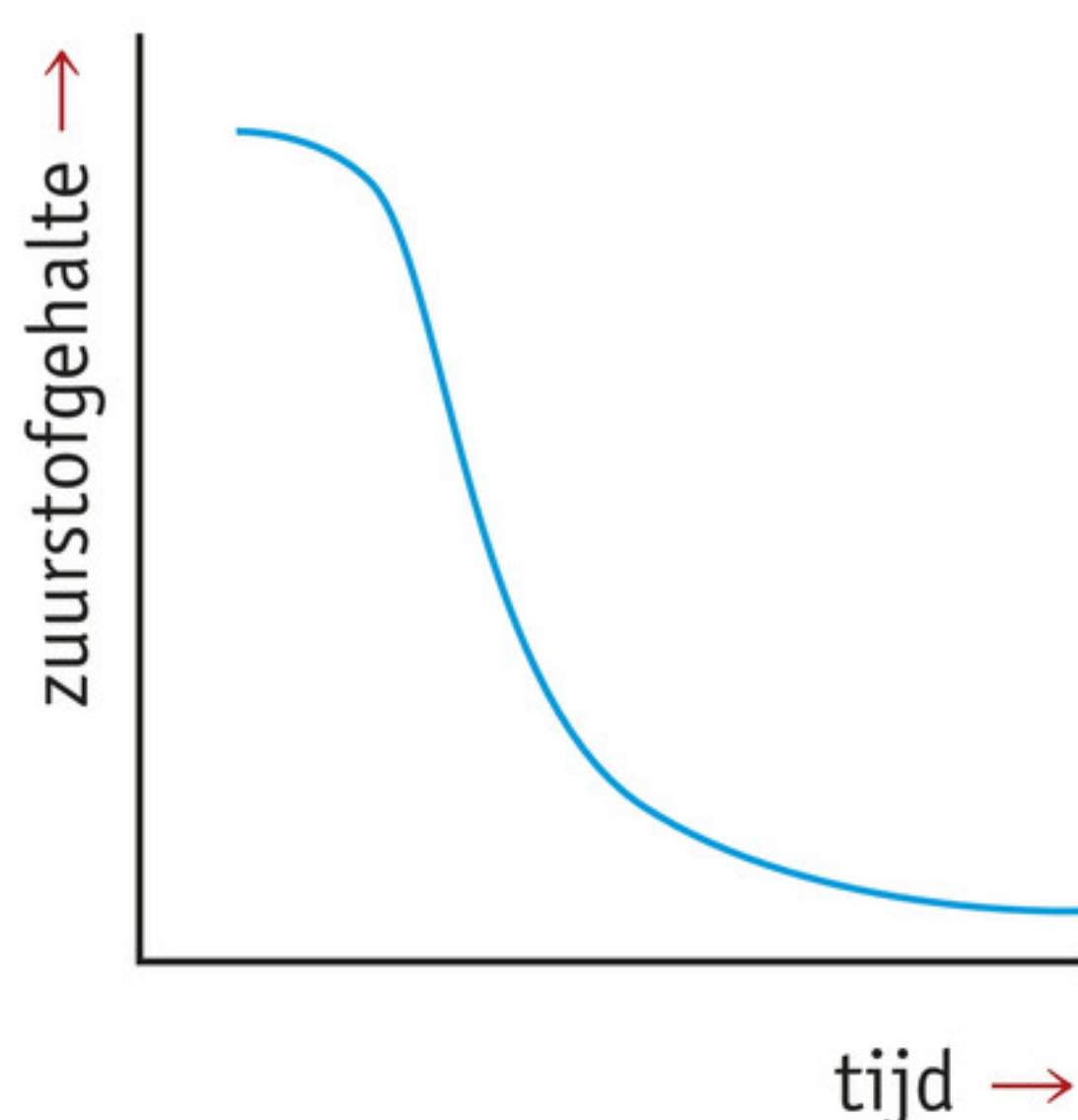


diagram 1

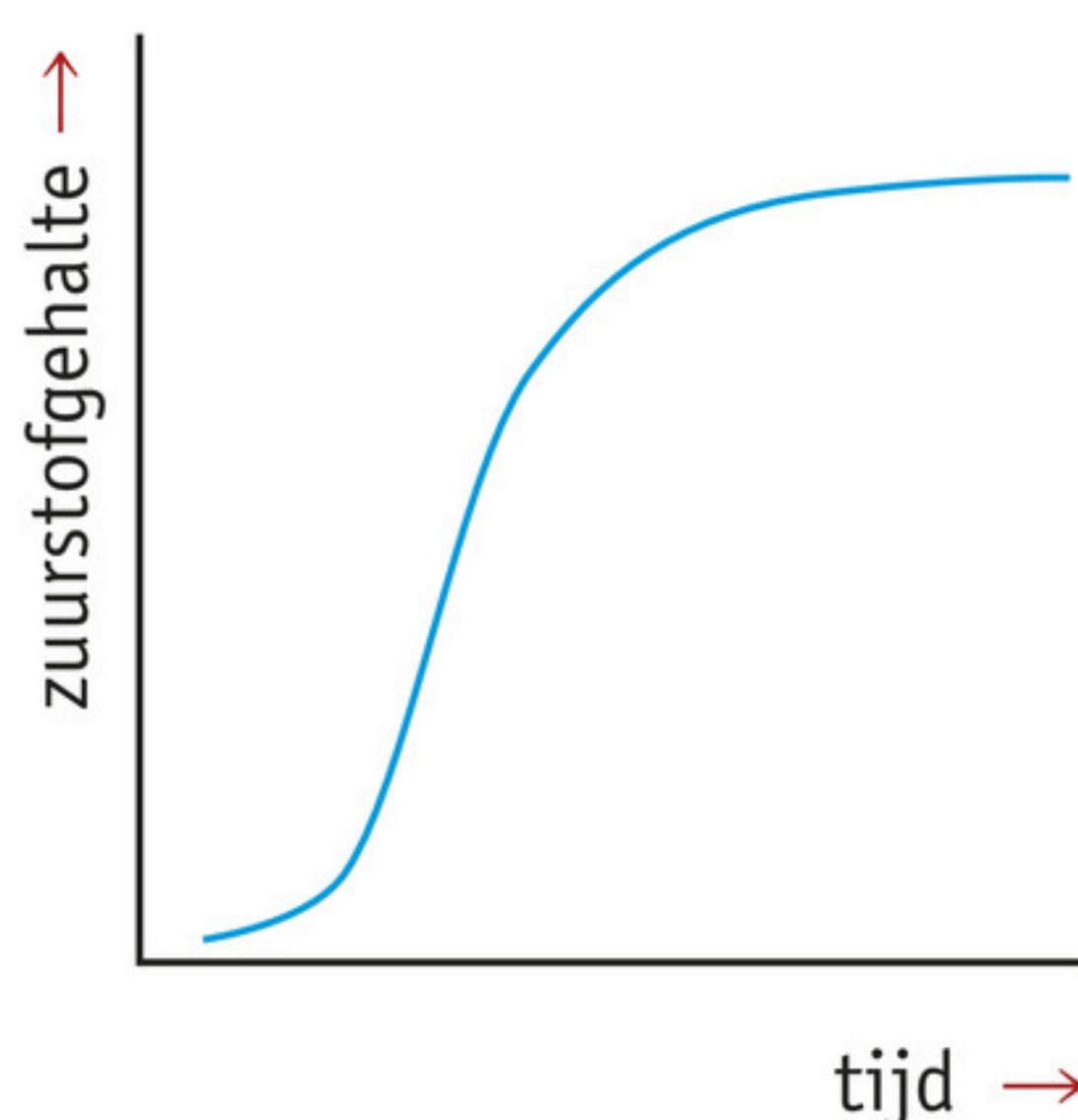


diagram 2

- 4 Drie bloedvaten zijn de leverader, de leverslagader en de poortader. In welk bloedvat of in welke van deze bloedvaten is het bloed zuurstofrijk?
 - A Alleen in de leverslagader.
 - B In de leverader en in de poortader.
 - C In de leverslagader en in de poortader.
- 5 In welk bloedvat wisselt het glucosegehalte van het bloed het sterkst in de loop van een etmaal?
 - A In de leverader.
 - B In de leverslagader.
 - C In de poortader.
- 6 Lees de context 'Kunstmatig hormoon' (zie afbeelding 55). Dit is een deel van een artikel over het hormoon FSH. Bij een vrouw werd kunstmatig gemaakt FSH in haar lichaam gebracht door middel van een injectie in een armader. Hoe vaak passeert het ingebrachte hormoon minstens het hart voordat het hormoon de eierstokken bereikt?
 - A Nul keer.
 - B Eén keer.
 - C Twee keer.

▼ **Afb. 55**

Kunstmatig hormoon

FSH is een hormoon dat door de hypofyse wordt gemaakt. Wanneer er veel FSH in het bloed zit, vindt in de eierstokken de eicelrijping en de ovulatie plaats. Men is erin geslaagd FSH kunstmatig te maken. Na toediening van het kunstmatig gemaakte FSH is een vrouw, die onvruchtbaar was, toch zwanger geworden.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 5

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Een gevolg van lage bloeddruk kan zijn dat een patiënt even duizelig is als hij uit bed stapt.
- 2 Iemand met hoge bloeddruk heeft minder kans op slagaderverkalking.
- 3 Een hartinfarct wordt veroorzaakt doordat het bloed niet genoeg zuurstof bevat.
- 4 Hoe lager het cholesterolgehalte van het bloed, hoe groter de kans op een hartinfarct.

Roos wandelt in een park. Plotseling komt er een grote hond op haar af (zie afbeelding 56). Verstijfd van schrik blijft ze staan. Haar hart klopt veel sneller dan normaal.

▼ Afb. 56



- 5 De hartslagfrequentie van Roos stijgt door een plaque in haar bloedvaten.
- 6 Als iemand vaak stress heeft, kan dat leiden tot hartritmestoornissen.
- 7 Roken vergroot de kans op een hartinfarct.
- 8 De activiteit van de personen in afbeelding 57 verkleint de kans op een hartaanval.

▼ Afb. 57



DOELSTELLING 8

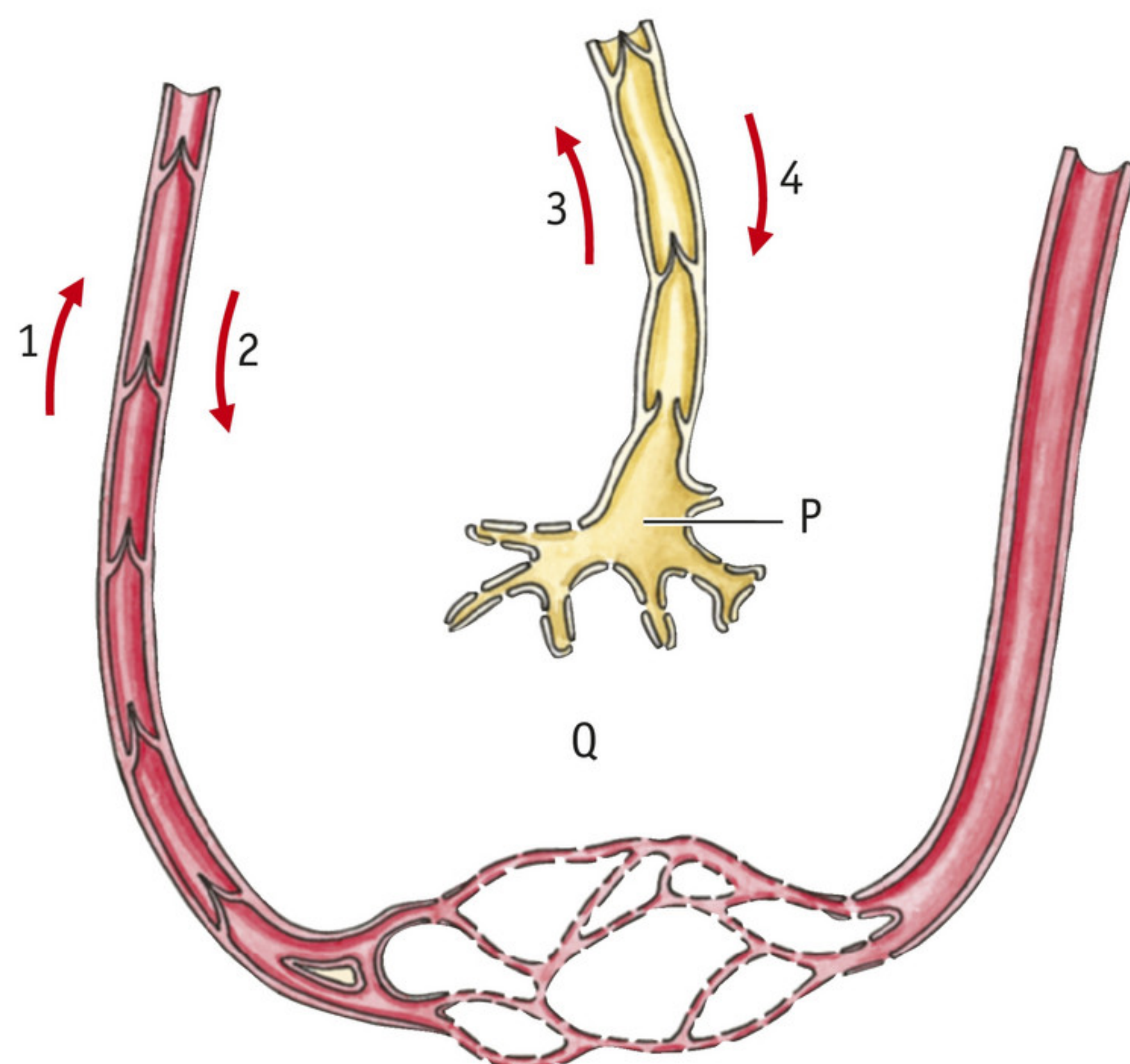
BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Weefselvloeistof ontstaat doordat in haarvaten vocht naar buiten wordt geperst. Bevat weefselvloeistof hormonen? En bevat weefselvloeistof vitaminen?
 - A Alleen hormonen.
 - B Alleen vitaminen.
 - C Geen hormonen en geen vitaminen.
 - D Zowel hormonen als vitaminen.
- 2 Enkele stoffen die in weefselvloeistof voorkomen, zijn glucose, koolstofdioxide, zouten en zuurstof. Welke van deze stoffen worden door de cellen opgenomen?
 - A Alleen glucose en zuurstof.
 - B Alleen koolstofdioxide en zouten.
 - C Alleen glucose, zouten en zuurstof.
 - D Glucose, koolstofdioxide, zouten en zuurstof.
- 3 Twee leerlingen doen een uitspraak over lymfe. Achmed zegt dat lymfe wordt geproduceerd in de lymfeknopen. Cernik zegt dat het lymfevatenstelsel lymfe afgeeft aan het bloed. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Achmed heeft gelijk.
 - B Alleen Cernik heeft gelijk.
 - C Achmed en Cernik hebben allebei gelijk.
 - D Achmed en Cernik hebben geen van beiden gelijk.

Afbeelding 58 is een schematische tekening van een aantal vaten: een ader, haarvaten, een lymfevat en een slagader. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

▼ Afb. 58 Enkele vaten (schematisch).



- 4 Welke pijl geeft de juiste stroomrichting aan in een lymfevat?
- A Pijl 1.
 - B Pijl 2.
 - C Pijl 3.
 - D Pijl 4.
- 5 Kunnen zich op plaats P witte bloedcellen bevinden? En kan zich op plaats P zuurstof bevinden?
- A Alleen witte bloedcellen.
 - B Alleen zuurstof.
 - C Zowel witte bloedcellen als zuurstof.
 - D Geen witte bloedcellen en geen zuurstof.
- 6 Zwangere vrouwen hebben een grotere hoeveelheid bloed. Een gevolg daarvan is dat een vrouw zwangerschapsoedeem kan krijgen. Vooral de enkels kunnen dan opzwellen doordat er te veel vocht in de weefsels zit. Twee leerlingen doen een uitspraak over de oorzaak van zwangerschapsoedeem. Fahrida zegt dat er meer vocht vanuit de bloedvaten naar het weefsel wordt geperst. Sunitha zegt dat de lymfevaten tijdens de zwangerschap niet goed werken. Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Alleen Fahrida heeft gelijk.
 - B Alleen Sunitha heeft gelijk.
 - C Fahrida en Sunitha hebben allebei gelijk.
 - D Fahrida en Sunitha hebben geen van beiden gelijk.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Verpleegkundige

Voorbeelden van beroepen die met bloed, de bloedsomloop en het hart te maken hebben, zijn medisch analist, operatieassistent en verpleegkundige. In deze verrijkingstof maak je kennis met een verpleegkundige (zie afbeelding 59).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 139

▼ Afb. 59

Verpleegkundige

Kim werkt als verpleegkundige op de kinderafdeling van een ziekenhuis. Zij vertelt over haar werk: 'Het ziet er hier gezellig uit met al die kleurige posters aan de muur. Maar vergis je niet: de kinderen zijn er soms ernstig aan toe. Er liggen onder andere kinderen met leukemie. Ze krijgen medicijnen die de kankercellen doden. Dat heet chemotherapie. Tijdens deze zware behandelingen zijn de kinderen vaak misselijk en moe. Ik verzorg de kinderen en voer medische taken uit. Dat betekent onder andere: wassen, aankleden, bedden opmaken, eten verzorgen, een praatje maken, injecties geven, een infuus controleren, medicijnen toedienen, bloeddruk en polsslag opnemen en gegevens noteren op de patiëntenkaart.

Niet iedereen is geschikt voor dit werk. Om medische handelingen goed te kunnen uitvoeren, moet je zorgvuldig en geconcentreerd werken. Je moet duidelijk aan de ouders kunnen uitleggen welke behandelingen hun kind krijgt.'

Kim heeft dag-, avond- of nachtdiensten, want het leven in het ziekenhuis gaat continu door. Kim: 'Als ik thuiskom, ben ik moe. Maar ik heb wel iets betekend voor de kinderen. Ik kan hun pijn verlichten, een bijdrage leveren aan hun genezing en het ziekenhuisverblijf zo aangenaam mogelijk laten verlopen. Dit werk is zo leuk, omdat je met kinderen omgaat. Je krijgt veel terug

als de kinderen je graag zien komen. Het werk is soms moeilijk: als een kind niet meer kan genezen, ben ik heel verdrietig. Dat went nooit.'



2 Practicum: de bouw van een zoogdierhart

In de basisstof is de bouw van het hart van de mens behandeld. In deze verrijkingstof ga je in een practicum de bouw van het hart van een zoogdier bestuderen. Het hart is afkomstig van een kalf, van een schaap of van een varken. Je maakt tekeningen van de buitenkant van het hart en van een deel van de binnenkant van het hart.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 141

► **Afb. 60** Hart van een zoogdier.

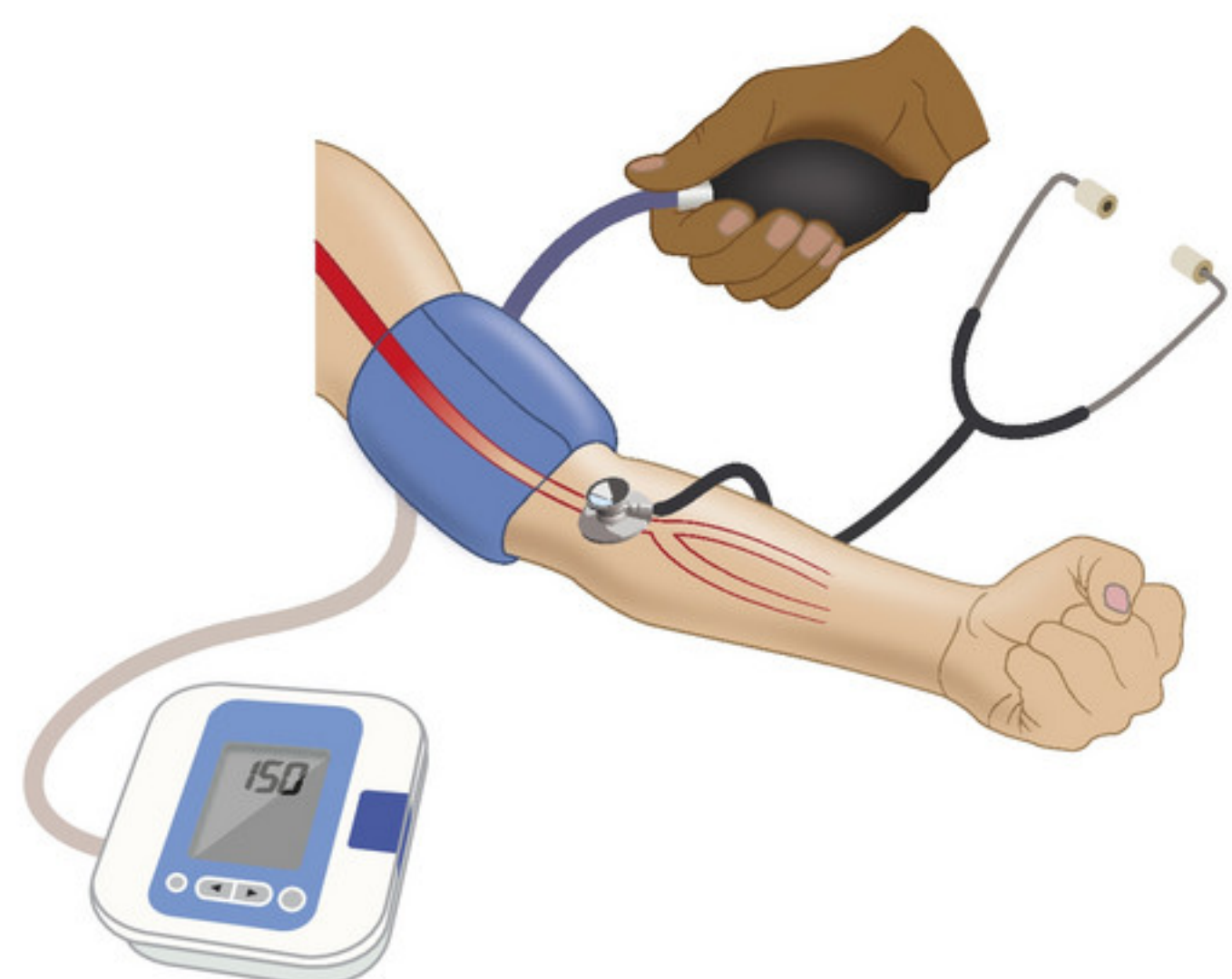


PLUSSTOF

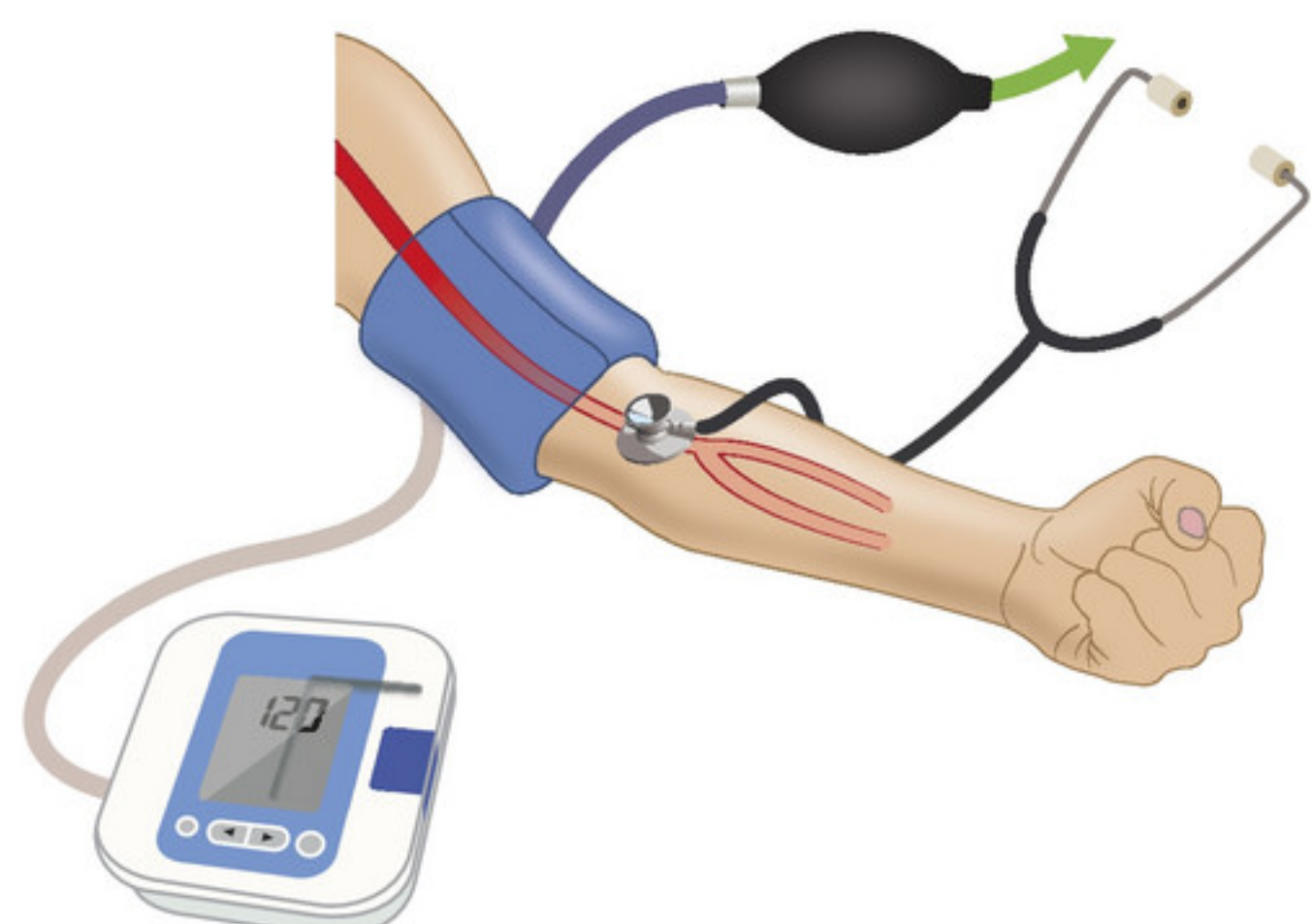
3

Onderzoek van hart en bloedvaten

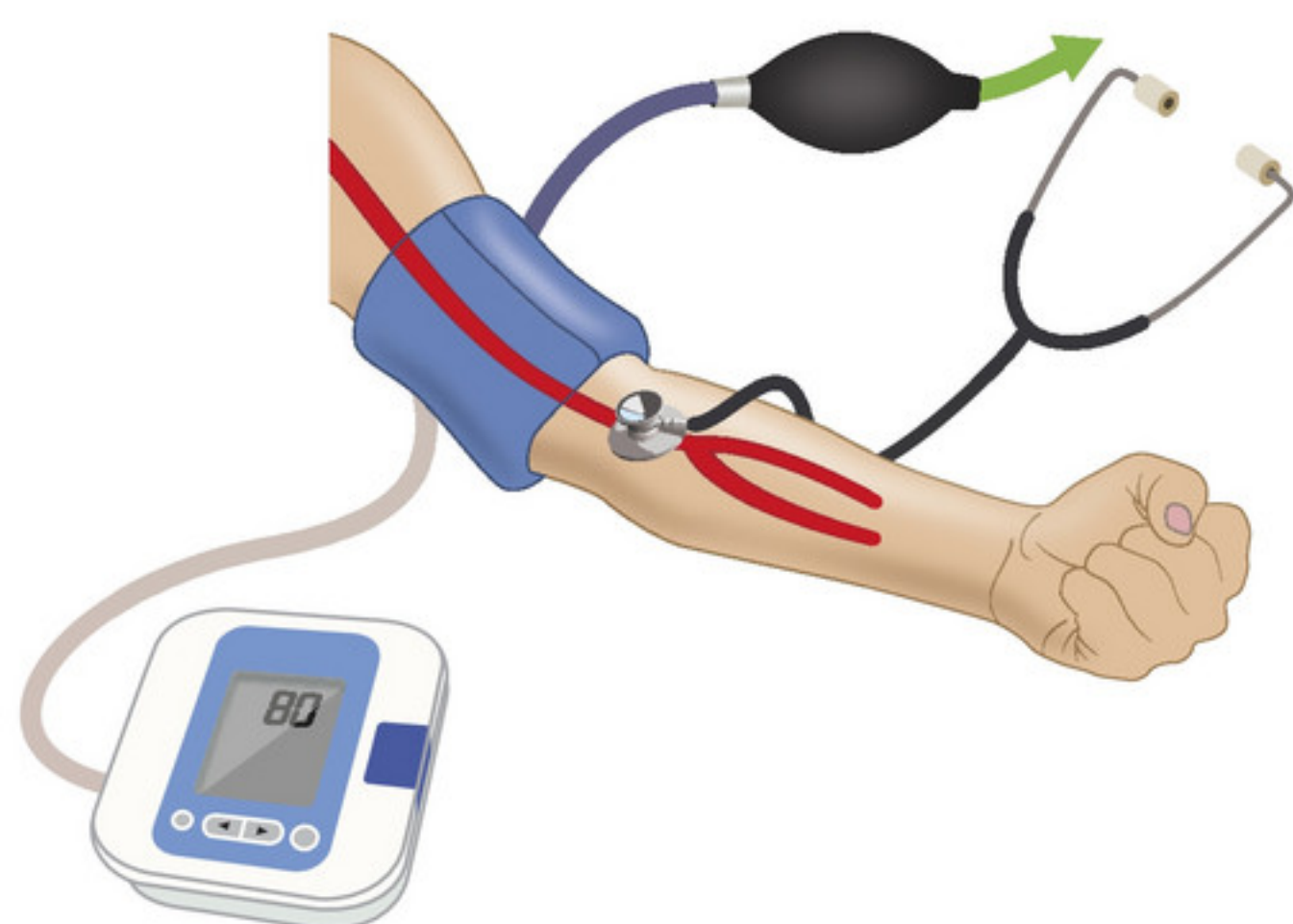
▼ Afb. 61 Meting van de bloeddruk.



- 1 de manchet wordt opgepompt tot een druk die hoger is dan de hoogste bloeddruk in de armslagader



- 2 er is lucht ontsnapt uit de manchet tot de armslagader bij elke hartslag een klein beetje bloed begint door te laten: de arts leest de bovendruk af



- 3 er is zo veel lucht ontsnapt dat de bloedstroom door de armslagader gelijkmatig verloopt: de arts leest de onderdruk af

Als je vaak duizelig bent of hoofdpijn hebt, kan je huisarts je bloeddruk meten. Een te hoge of te lage bloeddruk kan voor de huisarts een aanwijzing zijn voor bepaalde ziekten. Soms is verder onderzoek nodig. Je gaat dan een inspanningsproef doen terwijl er een elektrocardiogram wordt gemaakt. Door afwijkingen in het hart en bloedvaten op tijd op te sporen en te behandelen, worden veel levens gered.

BLOEDDRUKMETING

De bloeddruk in slagaders gaat tijdens een hartslag sterk op en neer. De bloeddruk is het hoogst tijdens het samentrekken van de hartkamers. Deze druk wordt de bovendruk genoemd. De bloeddruk is het laagst tijdens het ontspannen van de hartkamers. Dit is de onderdruk.

Om de bloeddruk te meten, brengt de arts om de bovenarm van een persoon een manchet (een soort band) aan. In de manchet wordt lucht gepompt. Hierdoor wordt de armslagader dichtgedrukt. De arts controleert met een stethoscoop of er geen bloed meer door de armslagader stroomt (zie afbeelding 61.1). De druk in de manchet is dan hoger dan de hoogste waarde van de bloeddruk in de armslagader.

Hierna laat de arts langzaam lucht uit de manchet ontsnappen. Op een gegeven moment is de druk in de manchet zo ver gedaald dat bij elke samentrekking van de linkerhartkamer de bloeddruk in de armslagader net iets groter wordt dan de druk in de manchet. De armslagader wordt dan bij elke samentrekking van de linkerhartkamer heel even opengedruwd en laat een klein beetje bloed door. Dit is met de stethoscoop als een stootsgewijs schavend geluid te horen: het vaatgeruis. De arts leest dan de bovendruk af (zie afbeelding 61.2).

Vervolgens laat de arts meer lucht uit de manchet ontsnappen. Op een gegeven moment is de druk in de manchet kleiner geworden dan de laagste waarde van de bloeddruk in de armslagader. Vanaf dat moment stroomt het bloed ongehinderd door de armslagader en is met de stethoscoop geen vaatgeruis meer te horen. De arts leest dan de onderdruk af (zie afbeelding 61.3).

Artsen geven de bloeddruk meestal in millimeter kwikdruk weer. Bij volwassenen komt gemiddeld een bovendruk van 120 mm kwikdruk en een onderdruk van 80 mm kwikdruk voor. Bij veel mensen stijgt de bloeddruk met de leeftijd.

▼ **Afb. 62** Patiënt met elektroden op de borst.



ELEKTROCARDIOGRAM (ECG)

Impulsen zorgen ervoor dat het hartspierweefsel samentrekt. Deze impulsen ontstaan in het hart zelf. Stoornissen bij het ontstaan van impulsen kunnen worden opgespoord met een elektrocardiogram (ecg). Dit is een grafiek van de elektrische activiteit van het hart. Bij het maken van een ecg worden op verschillende plaatsen op het lichaam elektroden geplaatst (zie afbeelding 62). Deze elektroden zijn verbonden met een ecg-apparaat. Dit apparaat meet de impulsen van het hart en zet de gegevens op een papierstrook. Een cardioloog (hartspecialist) kan hiermee afwijkingen in de hartwerking zien.

Soms is de doorbloeding van de hartspier tijdens inspanning niet goed. Er wordt dan een inspanningstest gedaan (zie afbeelding 63). De patiënt moet zich dan inspannen door te lopen op een loopband of te fietsen op een hometrainer. Tijdens de inspanning wordt een ecg gemaakt. Ook wordt de bloeddruk gemeten. Een inspanningstest wordt gedaan bij mensen die klachten hebben in de borststreek of mensen met hartritmestoornissen. Als de test aangeeft dat er een afwijking is, volgt vaak een hartkatheterisatie.

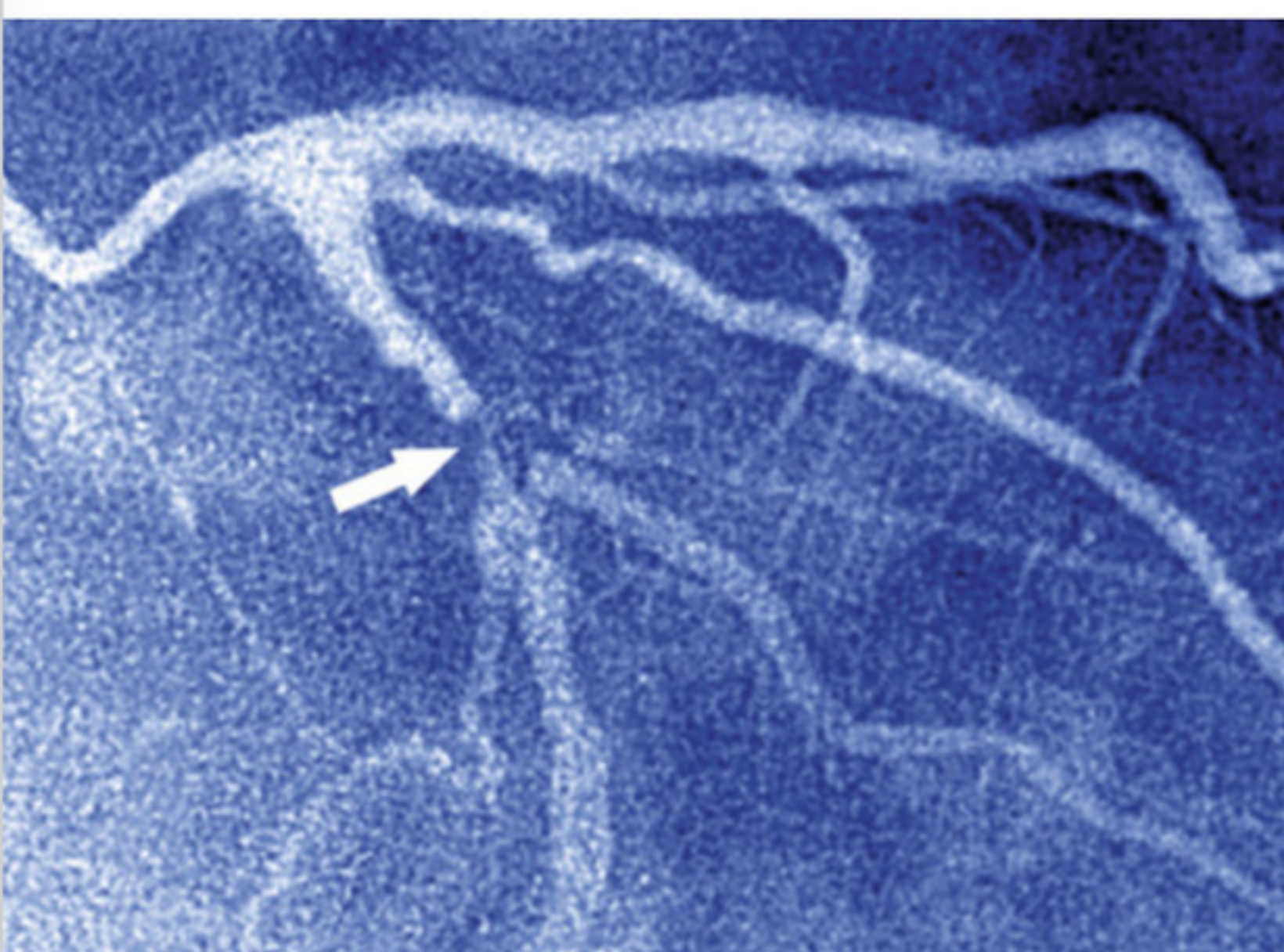
▼ **Afb. 63**

Inspanningstest

Een inspanningstest is niet voor watjes. De patiënt moet flink door blijven trappen terwijl de weerstand op de hometrainer langzaam wordt opgevoerd. De fietser werkt zich in het zweet en moet ondertussen ook nog aangeven of hij (pijn)klachten krijgt. De test gaat door totdat de fietser niet meer kan. De test stopt ook als de maximale hartfrequentie is bereikt. Deze kun je berekenen door bij vrouwen de leeftijd van 200 af te trekken. Bij mannen moet je de leeftijd van 220 aftrekken. Een jongen van 16 jaar heeft dus een maximale hartfrequentie van 204 hartslagen per minuut, een meisje van 16 jaar 184.



▼ **Afb. 64** Op het computerscherm wordt het beeld weergegeven van de kransslagaders tijdens een hartkatheterisatie.



HARTKATHETERISATIE

Een hartkatheterisatie is een onderzoek om te kijken of er afwijkingen in de werking van het hart of de hartkleppen zijn. Ook kunnen met dit onderzoek vernauwingen in de kransslagaders worden opgespoord. Voor een hartkatheterisatie wordt een hol buisje (katheter) in de slagader in de lies, pols of elleboog gebracht. De arts duwt het buisje naar het hart. Hij spuit daar een contrastvloeistof in de bloedstroom. Op een scherm is deze contrastvloeistof goed te zien. Hierdoor kun je de vernauwingen van kransslagaders zien (zie afbeelding 64). Als er vernauwingen zijn, volgt er een behandeling om dit probleem te verhelpen.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 144

Examentrainer

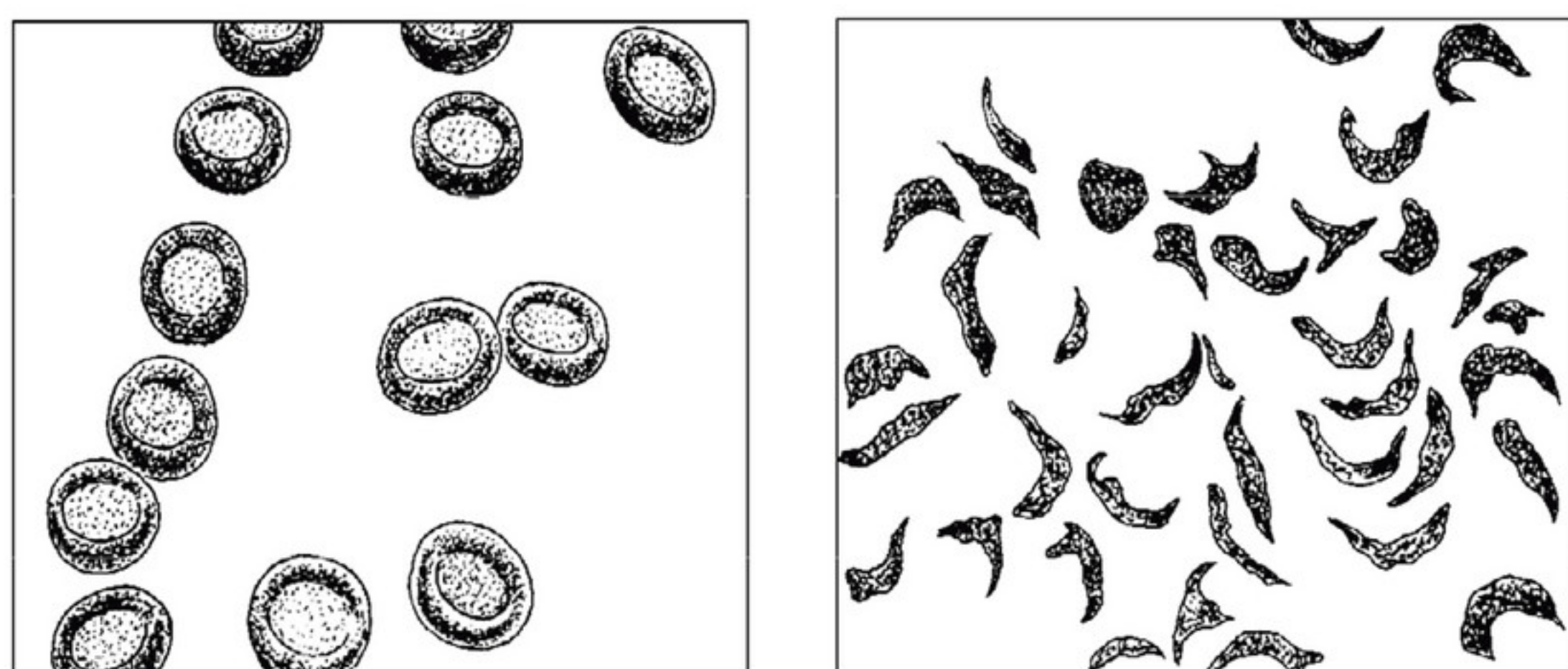
BLOEDZIEKTEN

Bron: examen vmbo-k 2015-1, vraag 34.

Onno schrijft in een werkstuk de volgende informatie over enkele bloedziekten:

- 1 Trombocytopenie. Dit is een ziekte waarbij er een tekort is aan de bloeddeeltjes die het bloed laten stollen.
- 2 Leukemie. Bij deze ziekte worden in korte tijd heel veel van de bloeddeeltjes gemaakt die ziekteverwekkers onschadelijk maken. Deze bloeddeeltjes functioneren dan niet goed.
- 3 Sikkcelanemie. Dit is een erfelijke ziekte waarbij bepaalde bloeddeeltjes hun taak niet goed kunnen uitvoeren. Bovendien kunnen ze een afwijkende vorm krijgen (zie afbeelding 65).

▼ **Afb. 65** Rode bloedcellen (links: normale bloedcellen; rechts: sikkcelen).



- 2p **1** Hoe heten de bloeddeeltjes die volgens de informatie van Onno betrokken zijn bij ziekte 1? En hoe heten de bloeddeeltjes die betrokken zijn bij ziekte 2?

Schrijf je antwoord zó op:

Bij ziekte 1: ...

Bij ziekte 2: ...

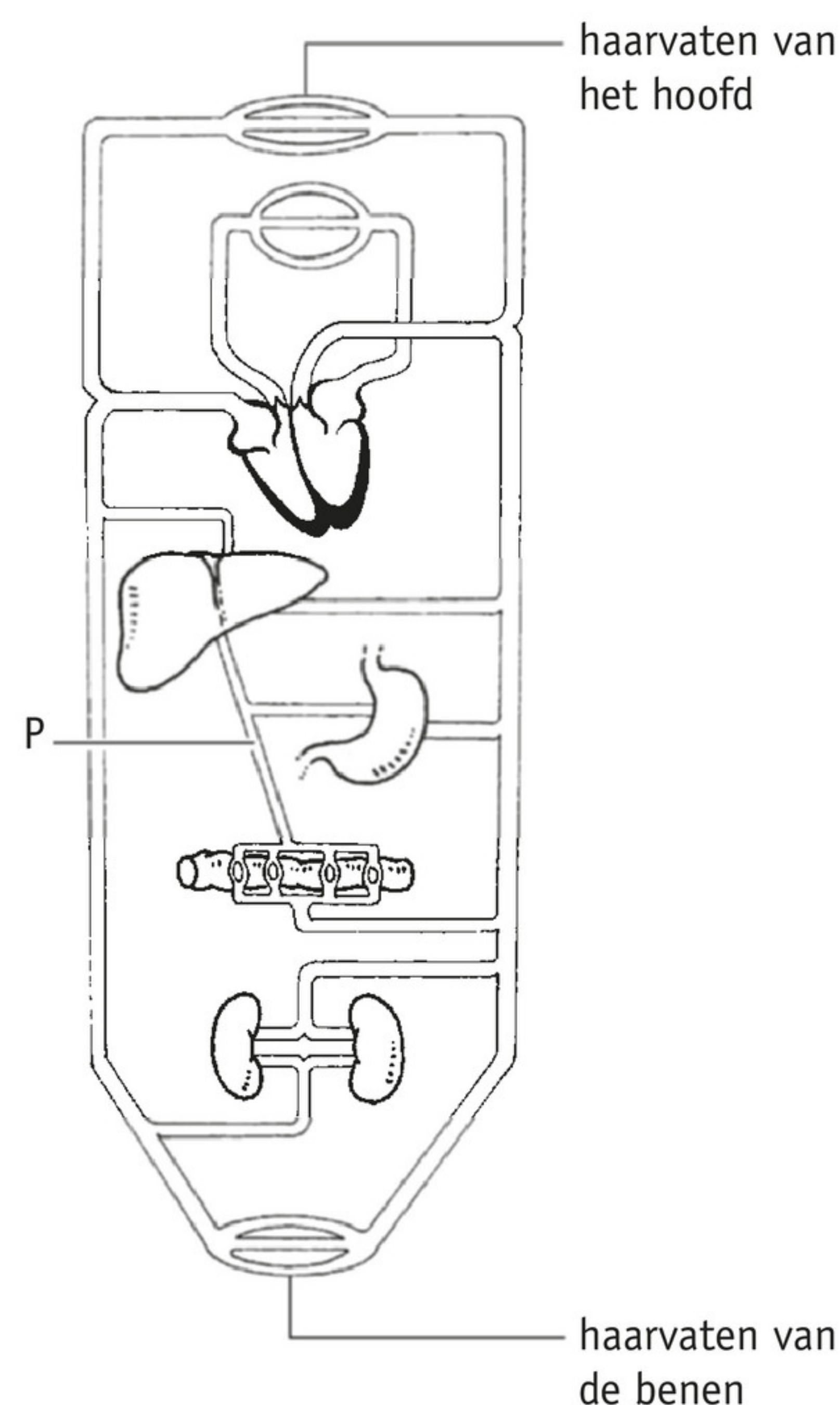
DE ZIEKTE VAN WILSON

Naar: examen vmbo-k 2016-2, vraag 16 en 17.

Je lichaam heeft een kleine hoeveelheid koper nodig. Dit koper neem je op uit je voedsel. De lever voert overtollig koper af naar de twaalfvingerige darm. Bij mensen met de ziekte van Wilson is de lever niet in staat het teveel aan koper uit te scheiden. Koper hoopt zich op in de lever en in andere delen van het lichaam en kan daar schade veroorzaken.

Het bloed neemt koper op uit het voedsel en vervoert het naar de lever. Het bloedvat dat bloed vanuit de darmen naar de lever vervoert, is in afbeelding 66 aangegeven met de letter P.

▼ **Afb. 66** Bloedvat dat bloed vanuit de darmen naar de lever vervoert.



- 1p **2** Hoe heet dit bloedvat?
- A Darmslagader.
 - B Leverader.
 - C Leverslagader.
 - D Poortader.

Bij de ziekte van Wilson hoopt koper zich op in de lever en kan van daaruit onder andere terechtkomen in de hersenen.

Een koperdeeltje wordt met bloed vanuit de lever rechtstreeks naar de hersenen vervoerd.

- 1p **3** Komt het koperdeeltje dan door delen van de grote bloedsomloop? En komt het door delen van de kleine bloedsomloop?
- A Alleen door delen van de grote bloedsomloop.
 - B Alleen door delen van de kleine bloedsomloop.
 - C Door delen van de grote en van de kleine bloedsomloop.

VERNAUWING VAN EEN KRANSSLAGADER

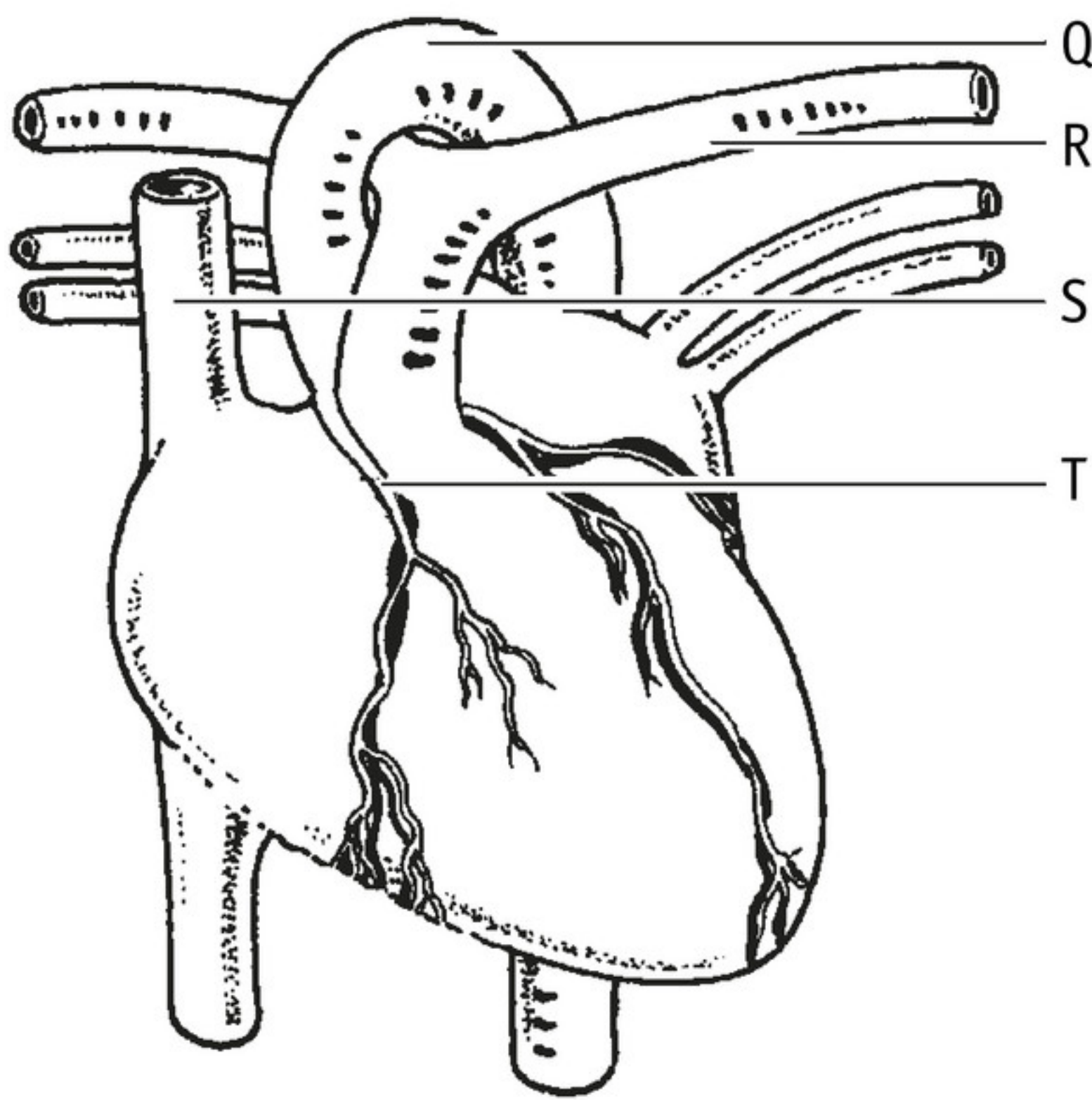
Naar: examen vmbo-k 2015-2, vraag 27 tot en met 30.

Een vernauwing van een kransslagader kan een hartinfarct veroorzaken. In zo'n geval kan een omleiding in de bloedsomloop worden gemaakt. Zo'n omleiding heet een bypass en leidt het bloed om de plaats van de vernauwing heen.

- 1p **4** Om een bypass aan te leggen gebruikt een chirurg een deel van een beenader of van een borstslagader. Deze twee bloedvaten verschillen in de dikte van hun wand en in de aanwezigheid van kleppen. Welk bloedvat heeft de dikste wand? En welk bloedvat bevat kleppen?

In afbeelding 67 zie je een hart met enkele bloedvaten.

▼ **Afb. 67** De buitenkant van het hart met grote aders en slagaders (schematisch).



- 1p **5** Behoort de bypass tussen de aorta en een kransslagader tot de grote of tot de kleine bloedsomloop? En stroomt door de bypass zuurstofarm of zuurstofrijk bloed?
- A** De bypass behoort tot de grote bloedsomloop en er stroomt zuurstofarm bloed door.
- B** De bypass behoort tot de grote bloedsomloop en er stroomt zuurstofrijk bloed door.
- C** De bypass behoort tot de kleine bloedsomloop en er stroomt zuurstofarm bloed door.
- D** De bypass behoort tot de kleine bloedsomloop en er stroomt zuurstofrijk bloed door.

Een hartchirurg legt een bypass aan tussen de aorta en een kransslagader.

- 1p **6** Door welke letters worden deze twee bloedvaten aangegeven?
- 1p **7** Het gehalte aan cholesterol in het bloed kan een rol spelen bij het ontstaan van vernauwing in bloedvaten. Cholesterol is een bepaald type vet. Cholesteroldeeltjes kunnen in de wand van bloedvaten terechtkomen. Bepaalde bloeddeeltjes nemen deze cholesterol in zich op, net zoals ze ziekteverwekkers onschadelijk maken. Hoe heten deze bloeddeeltjes?
- A** Bloedplaatjes.
- B** Rode bloedcellen.
- C** Witte bloedcellen.

Plusvraag

HET SYNDROOM VAN DOWN

Naar: examen vmbo-gt 2015-1, vraag 31.

Veel kinderen met het syndroom van Down worden geboren met een hartafwijking. Een van deze afwijkingen is een opening in de wand tussen de linker- en rechterkamer van het hart (zie afbeelding 68).

▼ **Afb. 68** Hartafwijking bij het syndroom van Down.



Als de kamers van een hart met zo'n afwijking samentrekken, stroomt er bloed van de linkerkamer naar de rechterkamer, maar niet andersom. Dit is in de afbeelding met een pijl aangegeven.

- 1p **8** Leg uit waardoor er dan wel bloed van de linkerkamer naar de rechterkamer stroomt, maar niet andersom.

7

Opslag, uitscheiding en bescherming



BASISSTOF

- | | |
|--|-----|
| 1 Een constant inwendig milieu | 130 |
| 2 De lever | 132 |
| 3 De nieren | 133 |
| 4 De huid en het onderhuidse bindweefsel | 135 |
| 5 Afweer | 138 |

SAMENVATTING

141

DIAGNOSTISCHE TOETS

143

VERRIJKINGSSTOF

- | | |
|---|-----|
| 1 Informatie op waarde schatten: HPV-inenting | 148 |
| 2 Standpunt bepalen: orgaandonatie | 149 |
| 3 Bloedtransfusies | 150 |

EXAMENTRAINER

152



Door je lichaam worden stoffen opgenomen en uitgescheiden. Sommige stoffen worden in je lichaam opgeslagen. Je leert welke rollen de lever, de nieren en de huid hebben bij deze processen.

De huid heeft ook een beschermende functie, onder andere tegen uitdroging, tegen beschadigingen en tegen infecties. Bij de bescherming tegen infecties zijn ook witte bloedcellen betrokken. In dit thema worden de afweerreacties tegen infecties behandeld.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Een constant inwendig milieu

▼ **Afb. 1** Een blaar.



Je hebt vast weleens een blaar gehad. Het kleurloze vocht in een blaar is weefselvloeistof (zie afbeelding 1). **Weefselvloeistof** bevindt zich tussen de cellen van weefsels. De cellen nemen onder andere zuurstof en voedingsstoffen op uit de weefselvloeistof. De cellen produceren koolstofdioxide en andere afvalstoffen en geven deze af aan de weefselvloeistof.

INWENDIG EN UITWENDIG MILIEU

De weefselvloeistof in je lichaam vormt één geheel. De weefselvloeistof en het bloedplasma zijn samen het **inwendige milieu**. De omgeving om je heen is het **uitwendige milieu**. De lucht in je longen en de inhoud van je darmkanaal worden tot het uitwendige milieu gerekend.

De samenstelling van het inwendige milieu wordt min of meer constant (gelijk) gehouden. Een constant inwendig milieu ontstaat door opname, opslag en uitscheiding van stoffen (zie afbeelding 2).

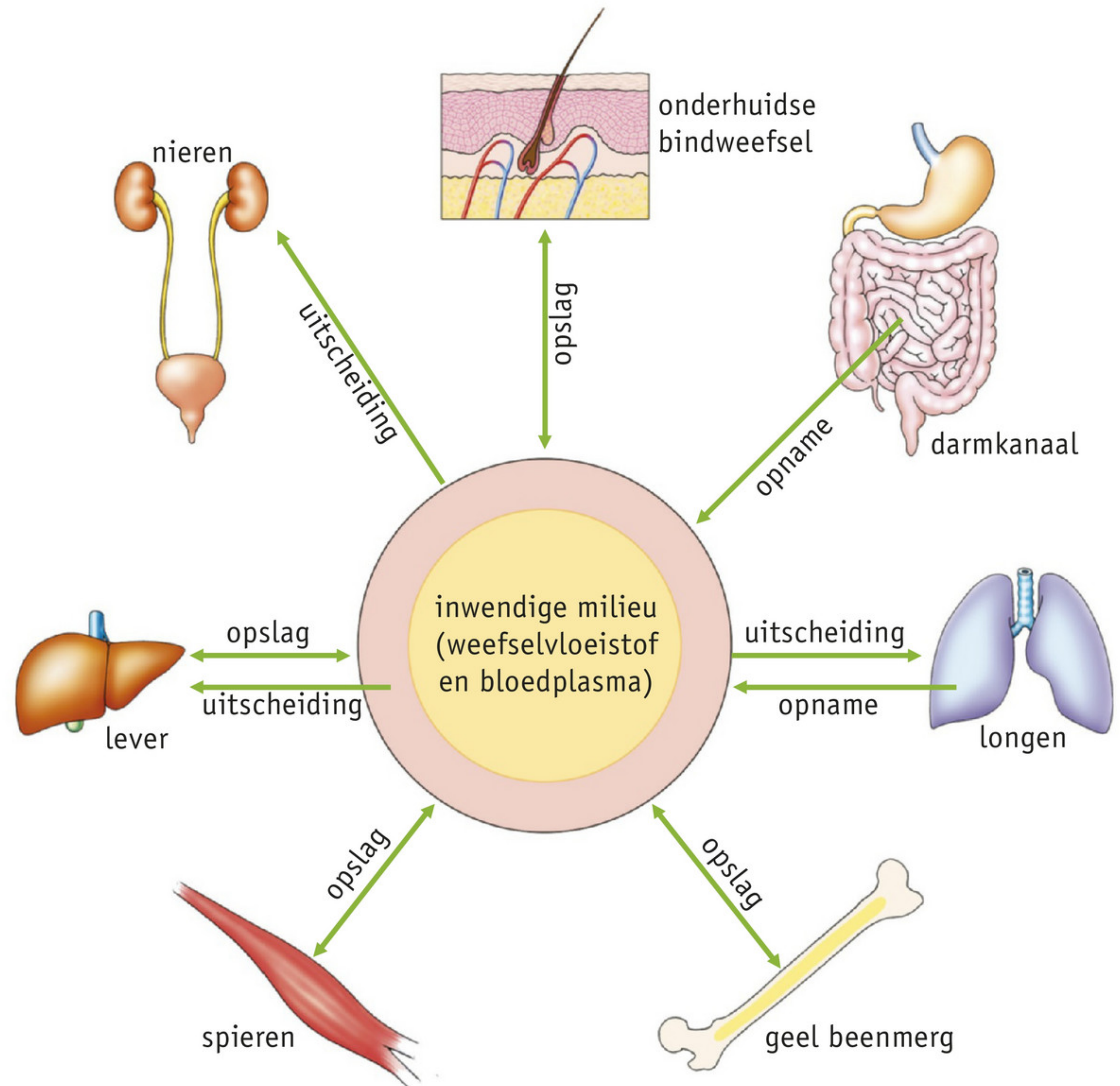
OPNAME, OPSLAG EN UITSCHEIDING

Door **opname** van stoffen uit het uitwendige milieu wordt voorkomen dat het inwendige milieu een tekort aan die stoffen krijgt. Het darmkanaal bijvoorbeeld neemt voedingsstoffen op in het bloed en de longen nemen zuurstof op in het bloed.

Als er een teveel van een stof in het inwendige milieu aanwezig is, kunnen bepaalde organen deze stoffen **opslaan**. De stof wordt dus aan het inwendige milieu onttrokken, maar blijft wel in het lichaam aanwezig. In de lever en in de spieren bijvoorbeeld wordt glucose omgezet in glycogeen. Het glycogeen wordt opgeslagen. Vet wordt opgeslagen in het gele beenmerg van pijpbeenderen en onder de huid. Ook bepaalde mineralen (zouten) en sommige vitaminen worden opgeslagen. Eiwitten worden bij de mens niet opgeslagen. De opgeslagen stoffen kunnen weer in het inwendige milieu worden gebracht. Dat gebeurt als een tekort aan de opgeslagen stof ontstaat.

Als er een teveel van een stof in het inwendige milieu aanwezig is, kunnen bepaalde organen deze stof ook **uitscheiden**. De stof wordt dan aan het inwendige milieu onttrokken en uit het lichaam verwijderd. De longen bijvoorbeeld geven koolstofdioxide uit het bloed af aan de lucht. Andere

- **Afb. 2** Zo wordt de samenstelling van het inwendige milieu constant gehouden.



uitscheidingsorganen zijn de lever en de nieren. Via de lever en de nieren worden afvalstoffen uitgescheiden. De nieren scheiden ook water uit. In het dagelijks leven merk je dat je lichaam stoffen opneemt, opslaat en uitscheidt (zie afbeelding 3).

Hormonen, zintuigen en zenuwcellen spelen een belangrijke rol bij het handhaven van een vrij constant inwendig milieu. De hormonen insuline en glucagon bijvoorbeeld houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 148

▼ **Afb. 3**

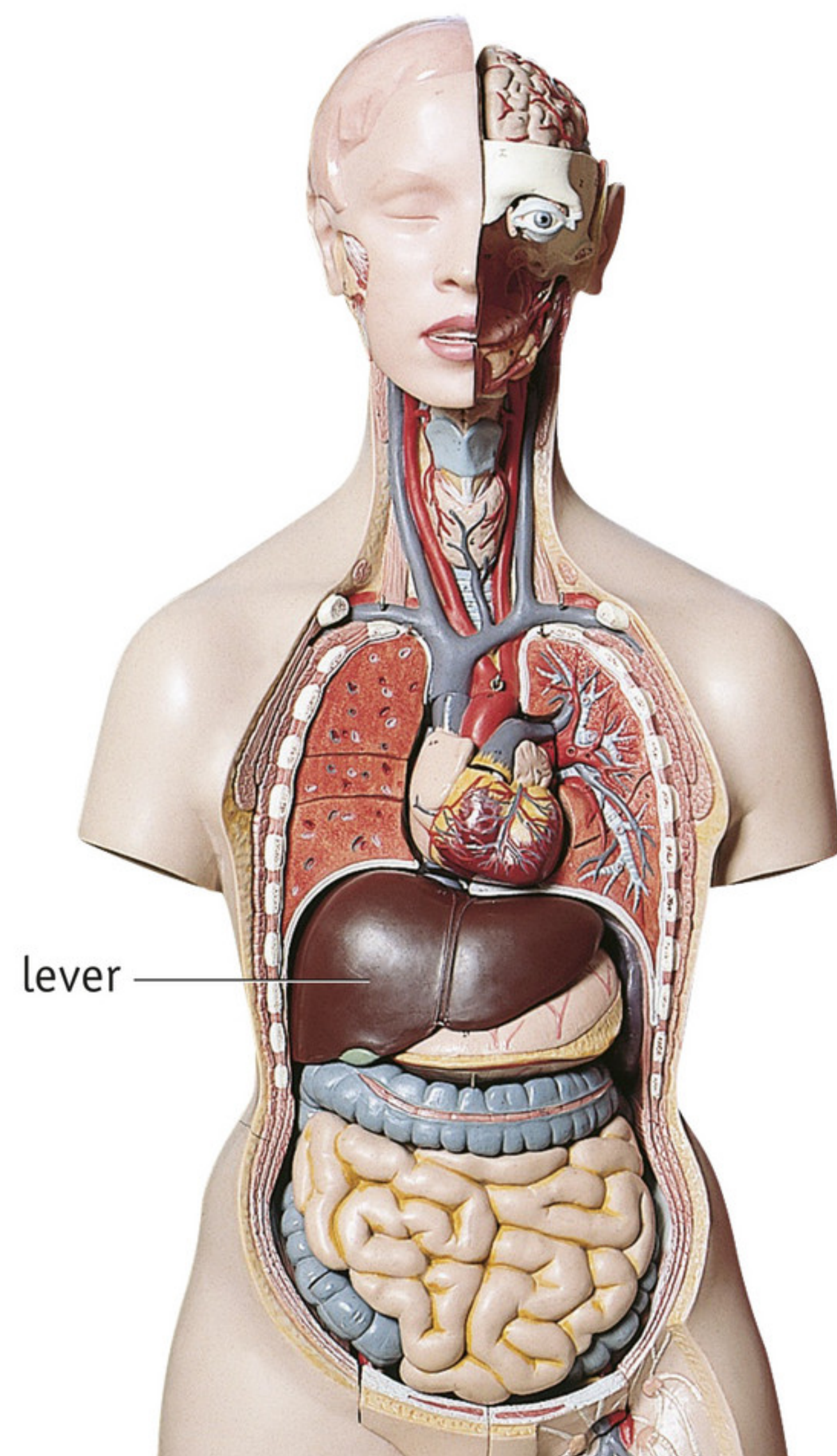
Fitness

Fenna heeft niet altijd zin om naar de sportschool te gaan om te fitnesssen. Maar haar vriendin haalt haar altijd op. Daarom gaat ze toch altijd. Haar programma begint met warmlopen op de loopband. Daarna doen ze samen krachttraining. Dan nemen ze even pauze. Fenna eet een broodje kroket, drinkt een glas cola en gaat naar het toilet om te plassen. Na de pauze doen ze een halfuurtje conditietraining.

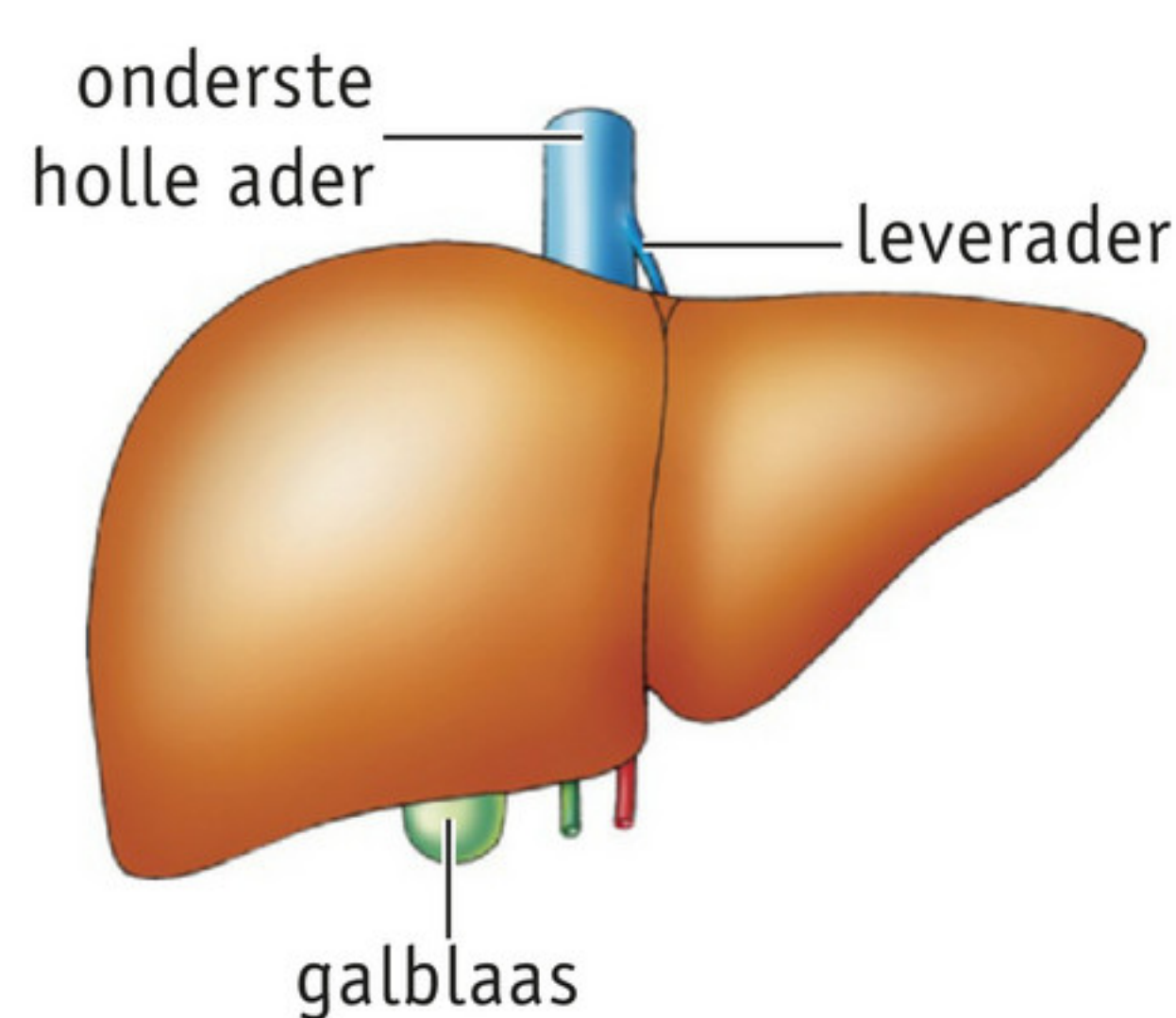


2 De lever

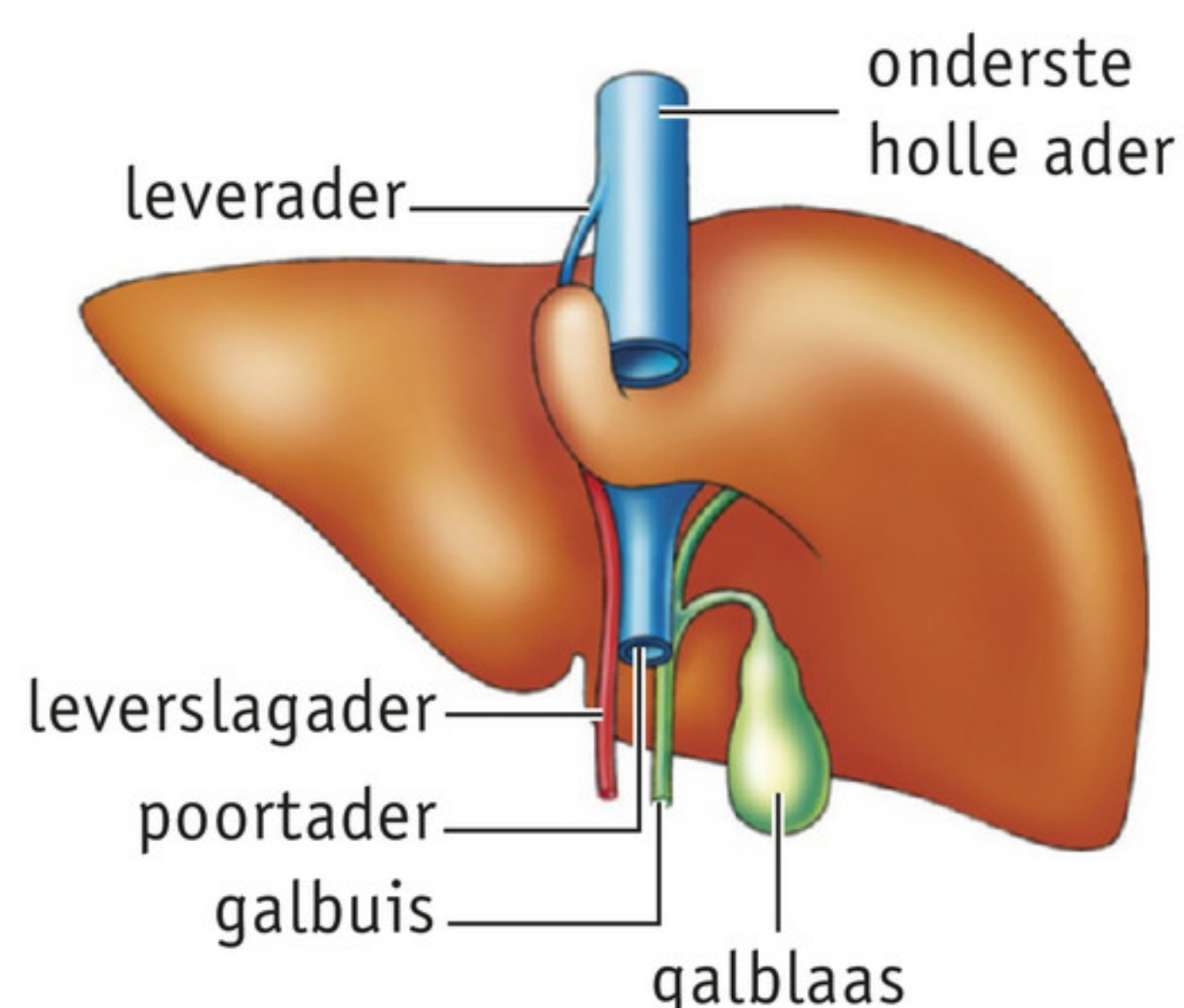
▼ **Afb. 4** Ligging van de lever.



▼ **Afb. 5** De lever (schematisch).



1 vooraanzicht



2 achteraanzicht

De lever ligt rechtsboven in de buikholte tegen het middenrif aan (zie afbeelding 4). Door de **leverslagader** stroomt zuurstofrijk bloed naar de lever (zie afbeelding 5). Door de **poortader** stroomt zuurstofarm bloed vanuit de wand van het darmkanaal naar de lever. Dit bloed kan veel glucose en andere voedingsstoffen bevatten, bijvoorbeeld na een maaltijd. Door de **leverader** stroomt bloed weg uit de lever.

FUNCTIES VAN DE LEVER

De lever heeft verschillende functies:

- De lever speelt een rol bij het constant houden van het glucosegehalte in het bloed. In de lever wordt glucose omgezet in **glycogeen**, dat wordt opgeslagen in de lever. Het opgeslagen glycogeen kan weer worden omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
- Ook bij de bewerking van voedingsstoffen speelt de lever een rol. De lever kan bijvoorbeeld uit eiwitten fibrinogeen vormen. Fibrinogeen is een plasma-eiwit dat een functie vervult bij de bloedstolling.
- De lever maakt gal. De gal wordt uitgescheiden en tijdelijk opgeslagen in de galblaas. Via de **galbuis** wordt gal naar de twaalfvingerige darm gevoerd. Gal emulgeert vetten.
- De lever breekt **afvalstoffen** af, zoals dode rode bloedcellen. Bij deze afbraak ontstaan galkleurstoffen die door de lever worden uitgescheiden met de gal. De galkleurstoffen verlaten het lichaam via de endeldarm. Ze geven de ontlasting een bruine kleur. Eiwitten kunnen niet in het lichaam worden opgeslagen. Overtollige eiwitten zijn afvalstoffen die de lever afbreekt. Daarbij ontstaat de giftige afvalstof **ureum**. Ureum wordt aan het bloed afgegeven en door de nieren uitgescheiden.
- De lever haalt **gifstoffen** uit het bloed en breekt deze af (bijvoorbeeld alcohol, drugs en medicijnen). De onwerkzaam gemaakte gifstoffen worden weer aan het bloed afgegeven en door de nieren uitgescheiden.

HEPATITIS

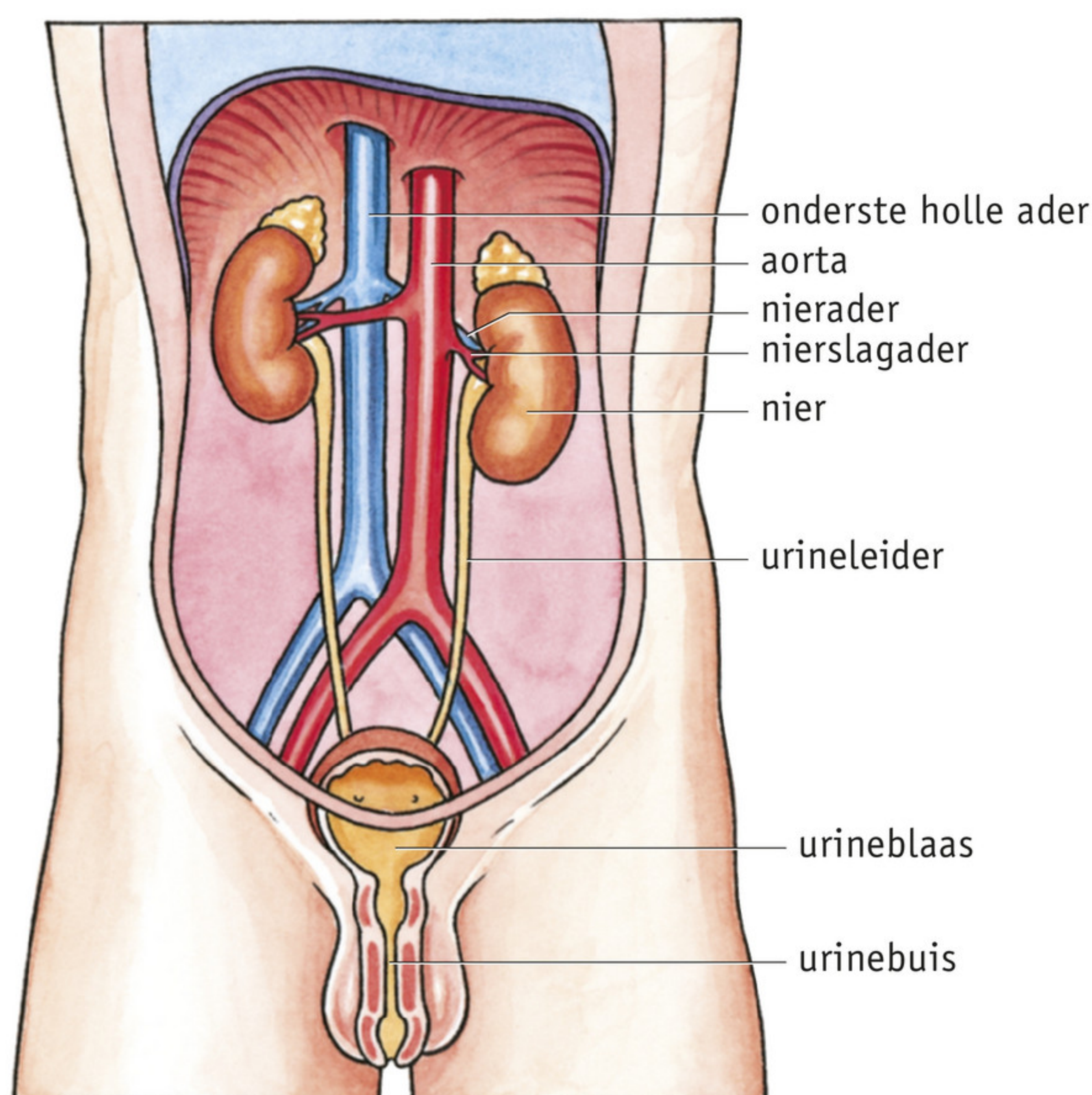
De lever kan ontstoken raken door een hepatitisvirus. Deze persoon heeft dan de ziekte **hepatitis**. Er bestaan verschillende vormen van hepatitis. Besmetting met hepatitis B kan plaatsvinden via bloed, sperma of vocht uit de vagina. De verschijnselen van hepatitis B zijn eerst mild. Later kan leverkanker ontstaan of kunnen levercellen afsterven (levercirrose).

WB OPDRACHT 5 T/M 8 BLZ. 151

3 De nieren

De **nieren** liggen boven in de buikholte achter de lever en de maag. Door de **nierslagaders** stroomt zuurstofrijk bloed naar de nieren (zie afbeelding 6). Dit bloed bevat onder andere overtollige en schadelijke (afval)stoffen. De nieren verwijderen deze stoffen uit het bloed. Door de **nieraders** stroomt het gezuiverde bloed weg uit de nieren.

► **Afb. 6** De nieren en de urinewegen (schematisch).

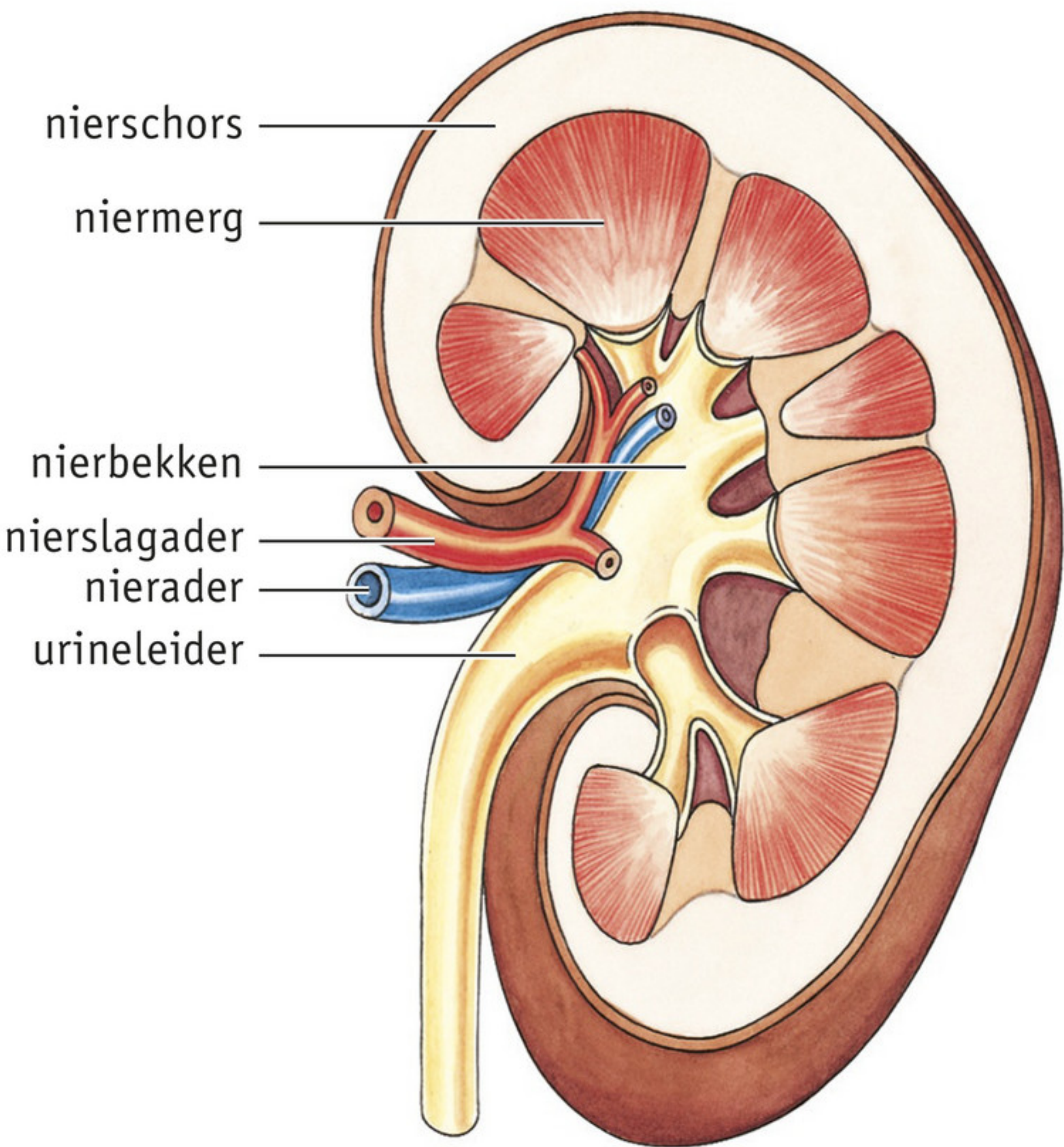


BOUW EN WERKING VAN DE NIEREN

Een nier bestaat uit nierschors, niermerg en nierbekken (zie afbeelding 7). In de **nierschors** en het **niermerg** vindt de uitscheiding plaats van overtollig water en afvalstoffen. Afvalstoffen zijn bijvoorbeeld overtollige zouten, ureum en onwerkzaam gemaakte schadelijke stoffen. Het uitgescheiden water en de afvalstoffen samen heten **urine**.

Urine wordt in de **nierbekkens** verzameld en via de **urineleiders** afgevoerd naar de urineblaas (zie afbeelding 6). In de **urineblaas** wordt de urine tijdelijk opgeslagen, zodat je niet voortdurend hoeft te plassen. Van tijd tot tijd wordt de urine uit de urineblaas afgevoerd via de **urinebuis**.

► **Afb. 7** Lengtedoorsnede van een nier (schematische tekening).



SAMENSTELLING VAN URINE

De samenstelling van urine is niet altijd gelijk. Het inwendige milieu kan veel water, zouten of afvalstoffen bevatten. Als je veel hebt gedronken, bevat de urine veel water en is dan lichtgeel van kleur (zie afbeelding 8). Als het ureumgehalte van het bloedplasma te hoog is, wordt veel ureum met de urine uitgescheiden. Door de uitscheiding van water, overtollige zouten en afvalstoffen wordt de samenstelling van het inwendige milieu constant gehouden.

WB OPDRACHT 9 T/M 15 BLZ. 155

▼ **Afb. 8**

Urinekleur

De ene keer is je plas lichtgeel en de andere keer donkergeel. Dat komt doordat je nieren steeds een gelijke hoeveelheid gele kleurstof uitscheiden. Als je veel drinkt, wordt de gele kleurstof verdund met veel water. Je urine is dan lichtgeel. Als je weinig drinkt, wordt de urine verdund met weinig water. Je urine is dan donkergeel. In het schema zie je dat je nog meer kunt zien aan de kleur van je urine.

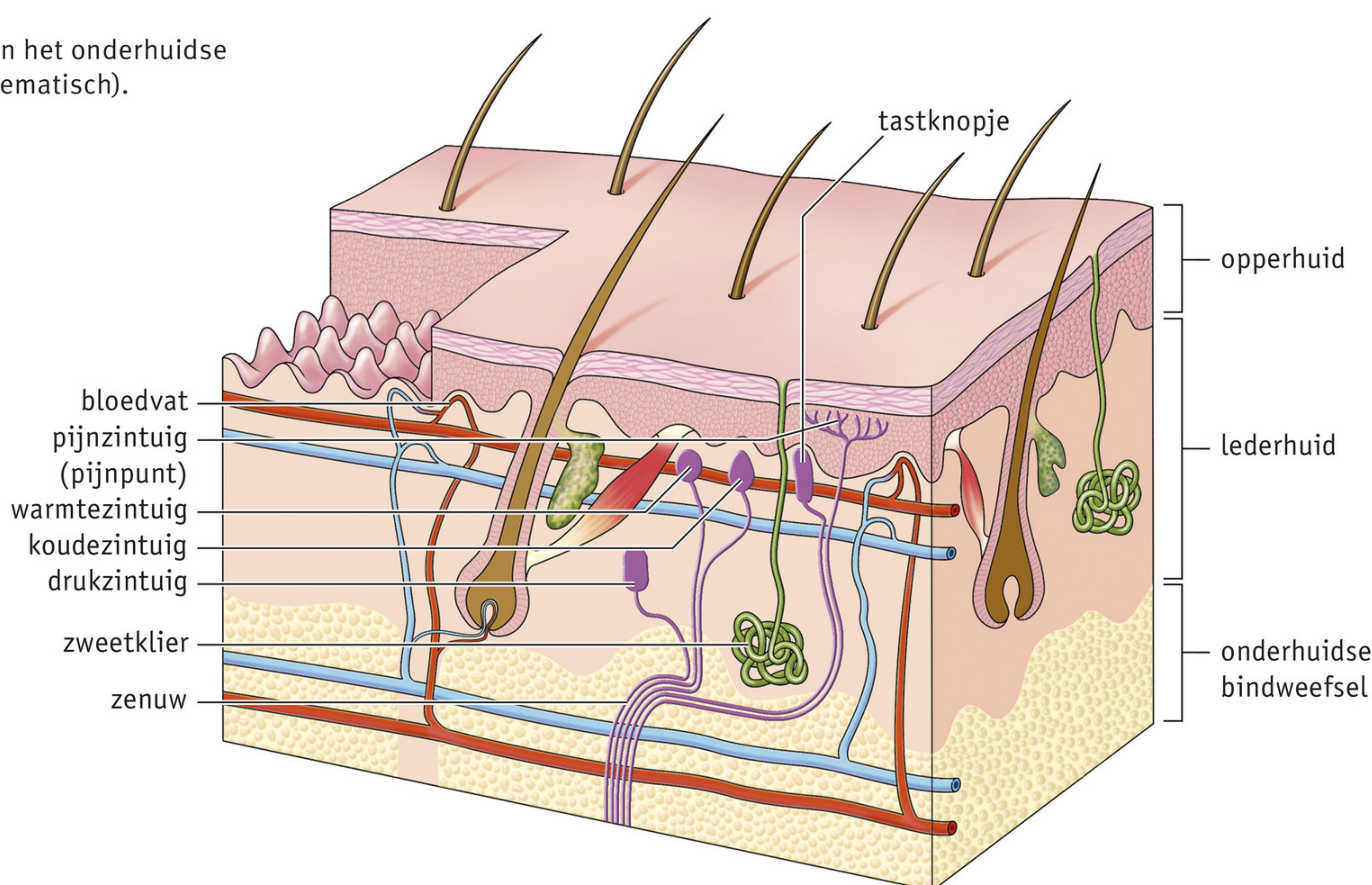
	normaal
	vochttekort, meer drinken
	leverafwijking of ernstig vochttekort
	bieten gegeten of bloed in urine, mogelijk door nier- of blaasafwijking
	altijd schuim op je urine duidt op eiwit in de urine door nierproblemen of een te eiwitrijk dieet

4 De huid en het onderhuidse bindweefsel

Wist je dat de huid het grootste orgaan van je lichaam is? De huid heeft dan ook veel functies. De huid beschermt het lichaam tegen invloeden van buiten, zoals beschadigingen, infecties en ultraviolette straling. Bij een **infectie** zijn een of meer ziekteverwekkers je lichaam binnengekomen en vermenigvuldigen zich daar.

De huid gaat ook waterverlies door verdamping tegen. Hierdoor wordt uitdroging voorkomen. De huid bestaat uit twee delen: de opperhuid en de lederhuid (zie afbeelding 9).

► **Afb. 9** De huid en het onderhuidse bindweefsel (schematisch).

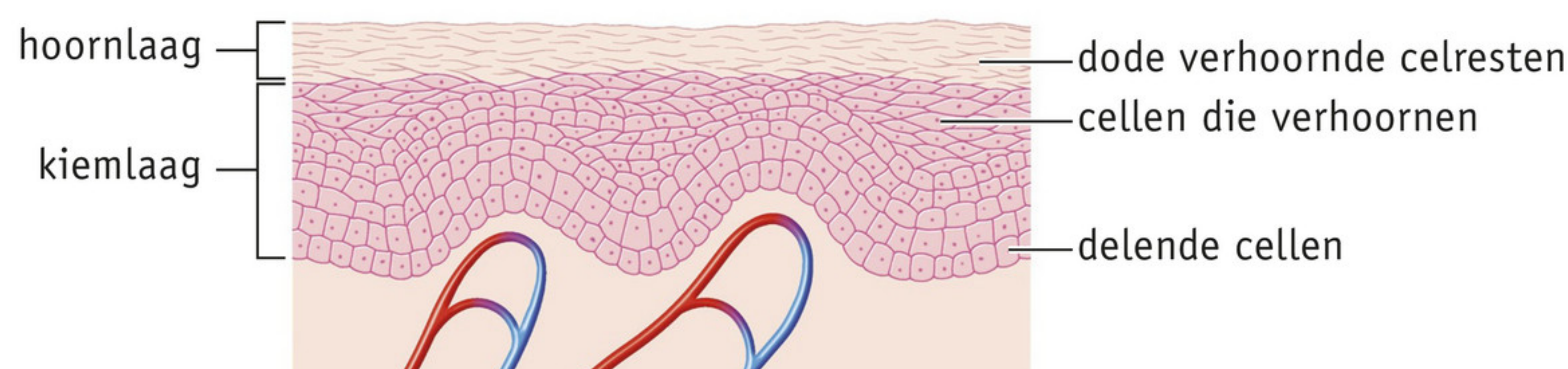


OPPERHUID

De **opperhuid** bestaat uit twee lagen: de kiemlaag en de hoornlaag.

De **kiemlaag** bestaat uit levende cellen. De binnenste laag cellen van de kiemlaag deelt zich voortdurend. Daardoor komen er steeds nieuwe kiemlaagcellen bij. De kiemlaagcellen die daarboven liggen, schuiven op naar buiten en verhoornen. Dat wil zeggen dat ze veel hoornstof maken. Hoornstof komt ook voor in haren en nagels. Als de cellen zijn verhoornd, sterven ze af (zie afbeelding 10).

► **Afb. 10** Verhoorning van de opperhuid (schematisch).

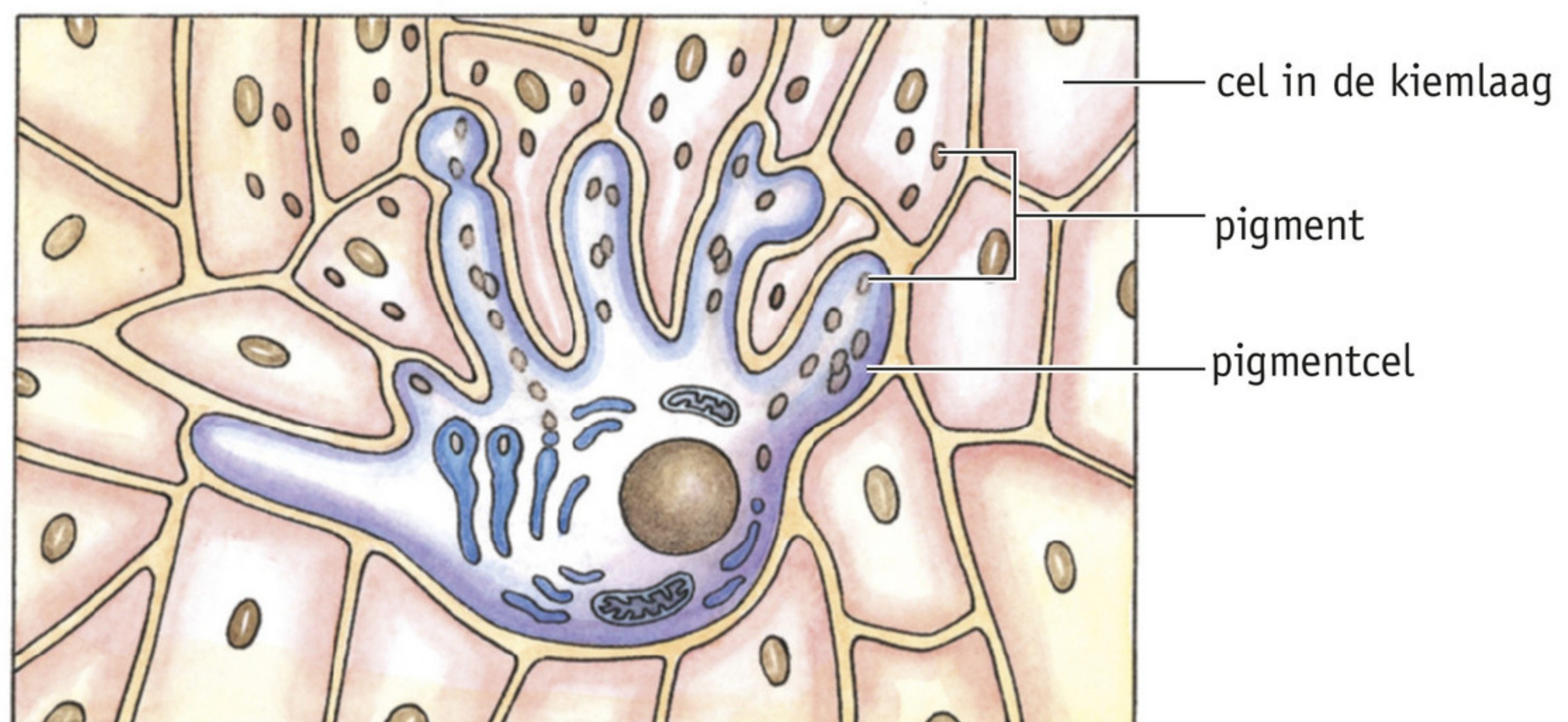


De **hoornlaag** bestaat uit dode, verhoornde celresten. De hoornlaag beschermt het lichaam tegen beschadigingen, uitdroging en infecties. De hoornlaag slijt aan de buitenkant steeds af. Op een aantal plaatsen (bijvoorbeeld bij de voetzolen) is de hoornlaag extra dik. Je noemt dat eelt.

In de opperhuid liggen geen bloedvaten. De cellen van de kiemlaag krijgen voedingsstoffen en zuurstof via de weefselvloeistof vanuit de lederhuid. De cellen van de kiemlaag bevatten **pigment**. Deze donkere kleurstof beschermt de delende cellen in de kiemlaag tegen de schadelijke invloed van ultraviolette straling in zonlicht. In deel 3 heb je geleerd dat langdurige blootstelling aan de ultraviolette straling in zonlicht de kans op huidkanker vergroot. Pigmentcellen in de kiemlaag geven pigment af aan de cellen in de omgeving (zie afbeelding 11).

Door de opperhuid heen steken **haren**. Een haar is in de huid omgeven door een haarzakje. Een **haarszakje** is een uitstulping van de kiemlaag in de lederhuid. Een haar groeit van onderen uit het haarzakje. In de haarzakjes bevinden zich **talgklieren** die talg afscheiden. **Talg** is een vettige stof die het haar en de hoornlaag soepel houdt.

► **Afb. 11** Pigment in de kiemlaag.



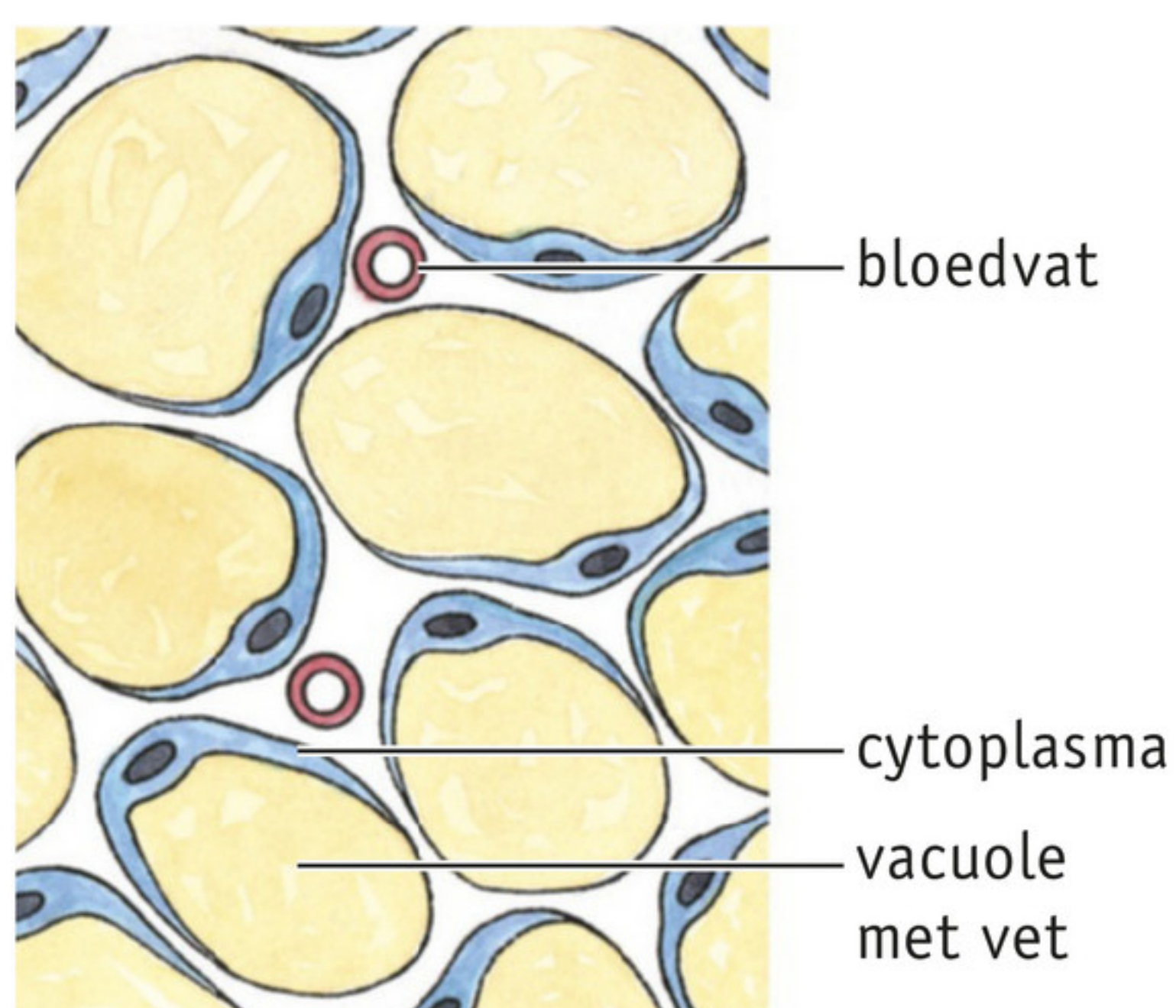
LEDERHUID

In de **lederhuid** liggen bloedvaten, **haarspiertjes**, **zweetklieren** met **zweetkanaaltjes**, zintuigen en uitlopers van zenuwcellen. In deel 3 heb je geleerd dat er warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen in de huid liggen. De tastzintuigen liggen in tastknopjes die vlak onder de kiemlaag liggen. Ook heb je geleerd dat pijn wordt waargenomen met de uiteinden van bepaalde zenuwen: de **pijnzintuigen** of **pijnpunten**. Pijnzintuigen komen overal in het lichaam voor, behalve in de hoornlaag. In de kiemlaag komen wel pijnzintuigen voor.

ONDERHUIDSE BINDWEEFSEL

Onder de huid ligt het **onderhuidse bindweefsel**. In het onderhuidse bindweefsel ligt vet opgeslagen in **vetcellen** (zie afbeelding 12). Vetcellen hebben een grote vacuole waarin het vet is opgeslagen. Het vet dient als reservevoedsel. Het vet vormt ook een isolerende laag, waardoor warmteverlies wordt tegengegaan.

▼ **Afb. 12** Vetcellen.



REGELING VAN DE LICHAAMSTEMPERATUUR

De mens is net als alle zoogdieren en vogels warmbloedig. Het lichaam heeft een vrijwel constante lichaamstemperatuur van 37 °C. De lichaamstemperatuur blijft constant als er een evenwicht is tussen de **warmteproductie** en de **warmteafgifte**.

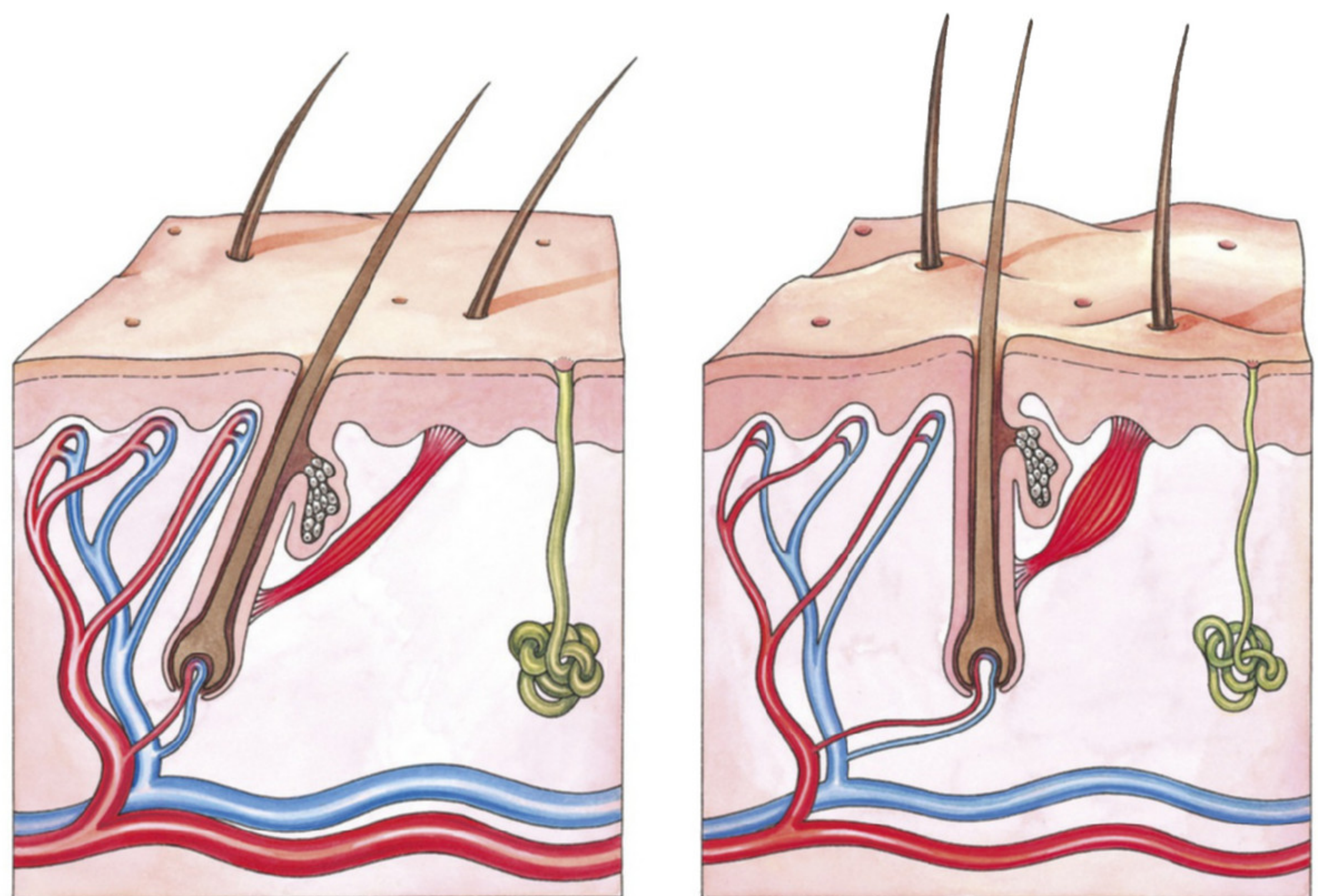
Als het lichaam warmer wordt dan 37 °C, kan de warmteproductie worden verlaagd door minder verbranding. Bij verbranding ontstaat warmte. Door weinig te bewegen wordt de verbranding lager en ontstaat minder warmte. Bij warmte worden ook de bloedvaten in de huid wijder. De kleur van de huid wordt roder en het warme bloed in de huid geeft dan veel warmte af. Ten slotte zweet je meer. **Zweet** verdampt en de warmte die hiervoor nodig is, wordt onttrokken aan het lichaam. Het lichaam koelt daardoor af.

Als het lichaam kouder wordt dan 37 °C, kan de warmteproductie worden vergroot door extra verbranding. Door te bewegen bijvoorbeeld wordt de verbranding hoger en ontstaat meer warmte. Soms ga je rillen of klappertanden als je het koud hebt. Dit levert maar weinig warmte op. Bij een lagere lichaamstemperatuur dan 37 °C worden ook de bloedvaten in de huid nauwer. Daardoor geeft het warme bloed weinig warmte af. De kleur van de huid wordt dan bleker. Bij kou produceren de zweetklieren heel weinig zweet. Als je nauwelijks zweet, wordt weinig warmte onttrokken aan het lichaam. Het lichaam koelt daardoor bijna niet af.

Bij zoogdieren en vogels zorgen haren en veren ook voor een isolerende laag. Dat komt doordat ze een laagje warme lucht rondom het lichaam vasthouden. Door spiertjes kunnen de haren of veren rechtop worden gezet, zodat een dikkere isolerende luchtlaag ontstaat. Bij mensen is het rechtop zetten van de haren als 'kippenvel' te zien (zie afbeelding 13).

WB OPDRACHT 16 T/M 24 BLZ. 159

► **Afb. 13** De huid (schematisch).



1 onder normale omstandigheden

2 bij 'kippenvel'

5 Afweer

Van veel soorten virussen en bacteriën kun je ziek worden. Ook kun je ziek worden van sommige schimmels en dieren. Zwemmerseczeem wordt veroorzaakt door een schimmel. Een dier waar je ziek van kunt worden, is een lintworm. Ook van bepaalde stoffen kun je ziek worden.

Dit zijn allemaal voorbeelden van ziekteverwekkers. In afbeelding 14 zie je twee ziekteverwekkers die een infectie kunnen veroorzaken.

▼ **Afb. 14** Ziekteverwekkers.



1 een schimmel veroorzaakt zwemmerseczeem



2 spoelwormen veroorzaken een darminfectie

AFWEER

Je lichaam verdedigt zich tegen ziekteverwekkers. Deze verdediging van je lichaam noem je **afweer**. Ziekteverwekkers kunnen niet gemakkelijk je lichaam binnenkomen. Ze kunnen bijvoorbeeld niet door de **hoornlaag** heen. Ook de **talg** op je huid helpt mee om ziekteverwekkers af te weren.

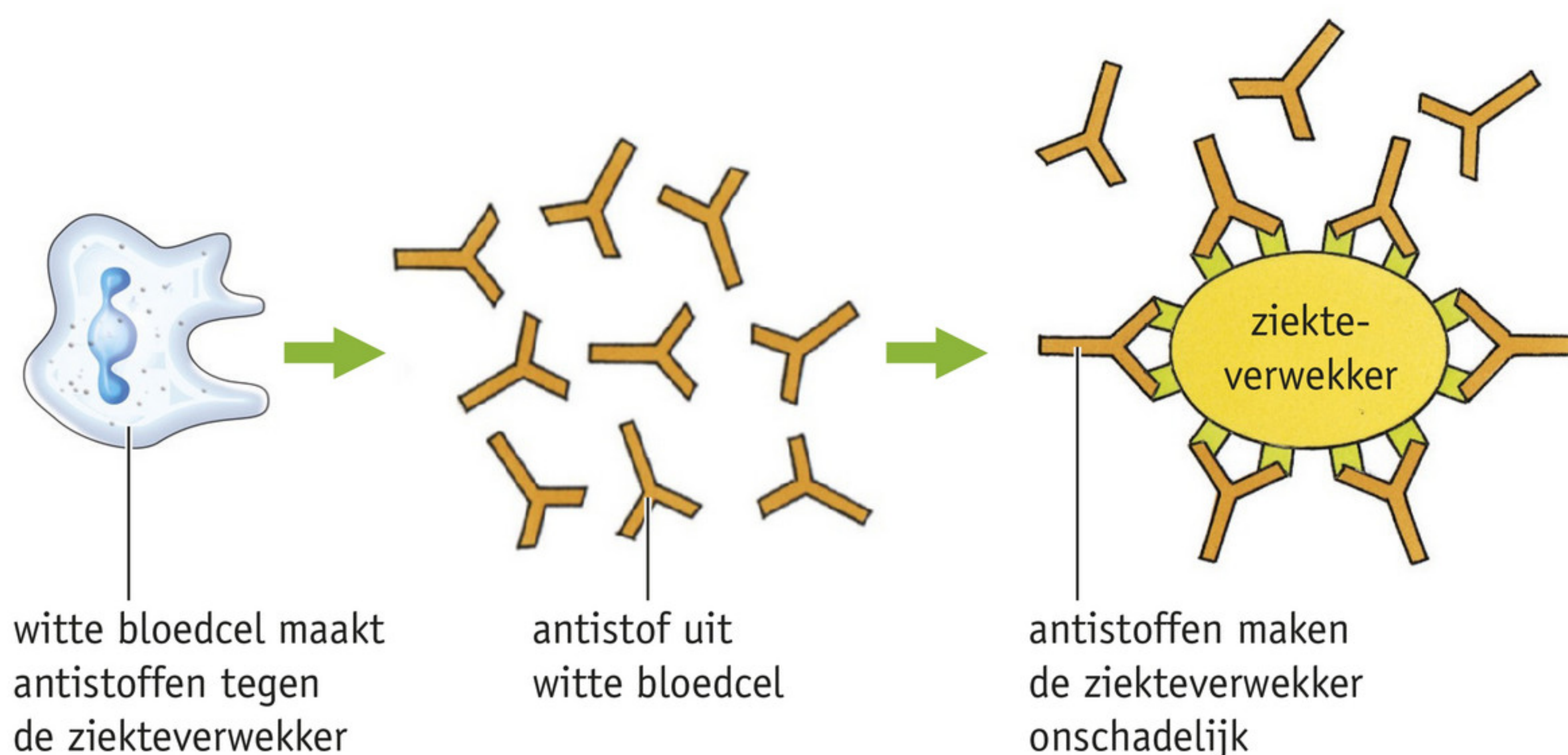
Door de talg kunnen schimmels niet goed op je huid groeien. Als je een wond hebt, kunnen ziekteverwekkers wel door je huid heen. Ook als je wordt gestoken door bijvoorbeeld een insect, kan een ziekteverwekker door je huid heen.

In je mondholte, neusholte en longen zitten slijmvliezen. Deze **slijmvliezen** beschermen je ook tegen ziekteverwekkers. Je hebt geleerd dat **speeksel** stoffen bevat die bacteriën doden. Ook in de maag gaan veel bacteriën dood. Dit komt door het **maagsap**. Maagsap is zuur en doodt veel ziekteverwekkers. Als ziekteverwekkers je lichaam binnendringen, kun je **koorts** krijgen. De temperatuur van je lichaam stijgt dan. Ziekteverwekkers kunnen door de koorts minder goed groeien.

AFWEER DOOR WITTE BLOEDCELLEN

Je hebt verschillende soorten **witte bloedcellen**. Sommige witte bloedcellen doden ziekteverwekkers. Ze sluiten bijvoorbeeld bacteriën in. Zo worden de bacteriën onschadelijk gemaakt. Andere witte bloedcellen maken antistoffen die ziekteverwekkers onschadelijk maken (zie afbeelding 15).

► **Afb. 15** Witte bloedcellen maken ziekteverwekkers onschadelijk.



▼ **Afb. 16** Een kind met waterpokken (kinderziekte).



Sommige ziekteverwekkers kunnen je maar één keer ziek maken. Bijvoorbeeld ziekteverwekkers die kinderziekten veroorzaken, zoals het waterpokkenvirus (zie afbeelding 16). De witte bloedcellen leren antistoffen maken die het waterpokkenvirus kunnen uitschakelen. Bij een tweede infectie met het waterpokkenvirus maken de witte bloedcellen snel veel anti stoffen tegen het waterpokkenvirus. Je wordt dan niet meer ziek. Je bent dan **immuun** geworden voor het waterpokkenvirus.

Er zijn ook hulpmiddelen die helpen om ziekten te bestrijden, bijvoorbeeld antibiotica. Met andere hulpmiddelen kun je voorkomen dat je ziek wordt, zoals met inenting.

ANTIBIOTICA

Bij een infectie kan een arts medicijnen voorschrijven. Veel infecties worden door bacteriën veroorzaakt. Bacteriën kunnen worden bestreden met antibiotica. **Antibiotica** zijn stoffen waar bacteriën van doodgaan. Virussen gaan er niet van dood. Een bekend antibioticum is penicilline.

Voor de Tweede Wereldoorlog stierven veel mensen door **tuberculose**. De tuberculosebacterie werd ingeademd en kon zich via het bloed verspreiden door het hele lichaam. Tuberculosepatiënten moesten vaak veel hoesten, waardoor de longen werden beschadigd. Door de ontdekking van antibiotica komt tuberculose in Nederland nog maar weinig voor.

INENTINGEN

Vroeger stierven veel kinderen aan een kinderziekte. Tegenwoordig gebeurt dat nog maar weinig. Dit komt doordat de meeste kinderen worden ingeënt. Baby's krijgen een paar keer een DKTP-inenting. Ze worden dan tegen vier ziekten ingeënt: difterie, kinkhoest, tetanus en polio. Polio wordt ook wel kinderverlamming genoemd.

Later krijgen kinderen ook een paar keer een BMR-inenting. Ze worden dan ingeënt tegen de bof, mazelen en rodehond. In afbeelding 17 zie je dat meisjes van 12 jaar en ouder worden ingeënt tegen het **humaan papillomavirus** (HPV).

► **Afb. 17** Inenting tegen HPV om baarmoederhalskanker te voorkomen.



Je hebt geleerd dat je door een ziekte immuun kunt worden. Door een inenting kun je ook immuun worden. Je wordt dan geïnjecteerd (ingeënt) met dode of verzwakte ziekteverwekkers. Door de BMR-inenting zijn bijvoorbeeld verzwakte mazelenvirussen je lichaam binnengedrongen. Je wordt er niet echt ziek van. Maar je witte bloedcellen leren nu wel antistoffen maken tegen het mazelenvirus. Als je na de inenting wordt geïnfecteerd door het mazelenvirus, maken de witte bloedcellen snel veel anti stoffen tegen het mazelenvirus. Je wordt niet meer ziek. Je bent immuun geworden voor het mazelenvirus. Ook dieren kunnen worden ingeënt tegen ziekteverwekkers (zie afbeelding 18).

WB OPDRACHT 25 T/M 29 BLZ. 165

▼ Afb. 18

Vakbekwaam dierverzorgger

Suze heeft een eigen dierenpension. Ze vertelt daar graag over: 'Veel mensen gaan op vakantie of willen even weg zonder huisdier. Ze kunnen dan bij ons terecht. Honden en katten moeten dan wel ingeënt zijn. Sommige ziekten zoals kennelhoest zijn namelijk erg besmettelijk. En wij willen niet dat de dieren ziek worden.

Toch kan het gebeuren dat een dier ziek wordt in ons pension. Afgelopen zomervakantie bijvoorbeeld begon onze kat Lou te braken. Lou had ook diarree. Het bleek dat Lou een infectie in het darmkanaal had. Onze dierenarts gaf Lou antibioticumpillen. Gelukkig was hij daarna binnen twee dagen weer beter.'



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt beschrijven hoe bij de mens een vrij constant inwendig milieu wordt gehandhaafd.

- Inwendig milieu: weefselvloeistof en bloedplasma.
 - Het constant houden van de samenstelling van het inwendige milieu vindt plaats door opname, opslag en uitscheiding van stoffen.
 - Hierbij spelen hormonen (bijv. insuline en glucagon), zintuigen en zenuwcellen een belangrijke rol.
- Opname: een tekort aan bepaalde stoffen wordt voorkomen, doordat regelmatig stoffen worden opgenomen uit het uitwendige milieu.
 - Darmkanaal: opname van voedingsstoffen.
 - Longen: opname van zuurstof.
- Opslag: stoffen waarvan een teveel aanwezig is in het inwendige milieu, worden in bepaalde organen opgeslagen.
 - In de lever: glucose (die wordt omgezet in glycogeen), bepaalde mineralen en bepaalde vitaminen.
 - In spieren: glucose (die wordt omgezet in glycogeen).
 - Onder de huid: vet (in vetcellen).
 - In het gele beenmerg van pijpbeenderen: vet.
- Opgeslagen stoffen worden weer in het inwendige milieu gebracht.
 - Uit lever en spieren: glycogeen (dat wordt omgezet in glucose).
- Uitscheiding: overtollige en/of schadelijke (afval) stoffen worden aan het inwendige milieu onttrokken en uit het lichaam verwijderd.
 - Nieren: water en afvalstoffen.
 - Lever: afvalstoffen.
 - Longen: koolstofdioxide.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt de functies van de lever noemen. Ook kun je omschrijven wat hepatitis is.

- Functie lever: het glucosegehalte van het bloed constant houden.
 - Bij een hoog glucosegehalte van het bloed: in de lever glucose omzetten in glycogeen dat wordt opgeslagen in de lever.
 - Bij een laag glucosegehalte van het bloed: glycogeen omzetten in glucose, die wordt opgenomen in het bloed.
- Functie lever: voedingsstoffen bewerken.
 - Uit eiwitten vormt de lever bijv. fibrinogeen.

- Functie lever: gal produceren. Gal emulgeert vet.
- Functie lever: afval- en gifstoffen afbreken.
 - Bij de afbraak van overtollige eiwitten ontstaat het giftige ureum.
 - Bij de afbraak van dode rode bloedcellen ontstaan galkleurstoffen die met gal worden uitgescheiden.
 - Gifstoffen zoals alcohol, drugs en medicijnen worden onwerkzaam gemaakt.
- Hepatitis: ontsteking van de lever door het hepatitisvirus.
 - Hepatitis B: wordt overgebracht via bloed, sperma of vocht uit de vagina.
 - Verschijnselen: eerst mild, later mogelijk leverkanker of afsterven van levercellen (levercirrose).

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Je kunt de delen van de nieren en van de urinewegen noemen met hun functies en kenmerken.

- Functies van de nieren en de urinewegen:
 - Uitscheiding van overtollig water, afvalstoffen zoals overtollige zouten, ureum en schadelijke stoffen. Deze stoffen samen worden urine genoemd.
 - De samenstelling van urine is wisselend; deze is afhankelijk van de hoeveelheden van de stoffen in het inwendige milieu.
- Delen van een nier:
 - nierschors en niermerg: vorming van urine;
 - nierbekken: verzamelen van urine.
- Delen van de urinewegen:
 - urineleiders: afvoer van urine naar de urineblaas;
 - urineblaas: tijdelijke opslag van urine;
 - urinebuis: afvoer van urine naar buiten.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Je kunt de delen van de huid en van het onderhuidse bindweefsel noemen met hun functies en kenmerken.

- Bij een infectie zijn een of meer ziekteverwekkers je lichaam binnengekomen en vermenigvuldigen zich daar.
- De huid bestaat uit opperhuid en lederhuid.
- Opperhuid: hoornlaag en kiemlaag. In de opperhuid liggen geen bloedvaten.
 - Hoornlaag (dode verhoornde celresten): bescherming tegen beschadigingen, uitdroging en infecties.

- Kiemlaag (levende cellen): pigment beschermt tegen ultraviolette straling. De onderste laag cellen deelt zich voortdurend. Hierdoor wordt de steeds afslijtende hoornlaag aangevuld.
- Haar met haarzakje (uitstulping van de kiemlaag) en talgklieren. Talg houdt het haar en de hoornlaag soepel. Ook gaat talg aantasting van de huid door ziekteverwekkers tegen.
- Lederhuid: bevat bloedvaten, haarspiertjes, zweetklieren met zweetkanaaltjes, zenuwen en zintuigen (warmte-, koude-, pijn-, druk- en tastzintuigen).
- Onderhuidse bindweefsel:
 - Opslag van vet in vetcellen: het vet heeft een warmte-isolerende werking.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe de lichaamstemperatuur min of meer constant wordt gehouden.

- Constante lichaamstemperatuur door evenwicht tussen warmteproductie en warmteafgifte:
 - warmteproductie door verbranding;
 - warmteafgifte via bloed dat door de huid stroomt en via zweet dat verdampt (door verdamping wordt warmte aan het lichaam onttrokken).
- Bescherming tegen stijging van de lichaamstemperatuur:
 - Bloedvaten in de huid worden wijder (de huid wordt roder).
 - Zweetklieren produceren meer zweet.
- Bescherming tegen daling van de lichaamstemperatuur:
 - Bloedvaten in de huid worden nauwer (de huid wordt bleker).
 - Zweetklieren produceren minder zweet.
 - Warmteproductie door verbranding neemt toe (o.a. rillen, klappertanden).

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven hoe het lichaam zich verdedigt tegen ziekteverwekkers.

- Afweer is de verdediging van je lichaam tegen ziekteverwekkers.
 - Hoornlaag: ziekteverwekkers kunnen niet door de hoornlaag heen. Een laagje talg op je huid helpt bij het beschermen.
 - Slijmvliezen in je mondholte, neusholte en longen. Hierin gaan veel ziekteverwekkers dood.
 - Speeksel bevat stoffen die bacteriën doden.

- Maagsap is erg zuur en beschermt tegen infecties via voedsel. In het zure maagsap gaan veel ziekteverwekkers dood.
- Door koorts stijgt de temperatuur van je lichaam. Ziekteverwekkers kunnen door de koorts minder goed groeien.
- Witte bloedcellen: sommige witte bloedcellen doden bacteriën door ze eerst in te sluiten. Andere witte bloedcellen maken stoffen die ziekteverwekkers uitschakelen.
- Immun worden:
 - Bij een eerste infectie met een ziekteverwekker leren witte bloedcellen antistoffen maken die deze ziekteverwekkers uitschakelen.
 - Bij een eerste infectie word je ziek (bijv. kinderziekten zoals waterpokken).
 - Bij een tweede infectie met dezelfde ziekteverwekker maken witte bloedcellen snel veel antistoffen tegen deze ziekteverwekker.
 - Je wordt niet meer ziek en bent immuun geworden voor deze ziekte.
- Antibiotica: medicijnen die wel bacteriën doden, maar geen virussen.
 - Tuberculose: ziekte die dodelijk kan zijn. De tuberculosebacterie wordt ingeademd en verzwakt de longen. Via bloed verspreidt de bacterie zich.
 - Door antibiotica komt tuberculose in Nederland nog maar weinig voor.
- Inenting: een injectie met dode of verzwakte ziekteverwekkers waardoor je immuun wordt voor deze ziekteverwekker.
 - De inenting bevat dode of verzwakte ziekteverwekkers waar je niet ziek van wordt.
 - Bij een tweede infectie met dezelfde ziekteverwekker, ben je immuun voor deze ziekteverwekker.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het halen van informatie uit folders en artikelen;
- het aflezen van diagrammen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een vakbekwaam medewerker dierverzorging.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

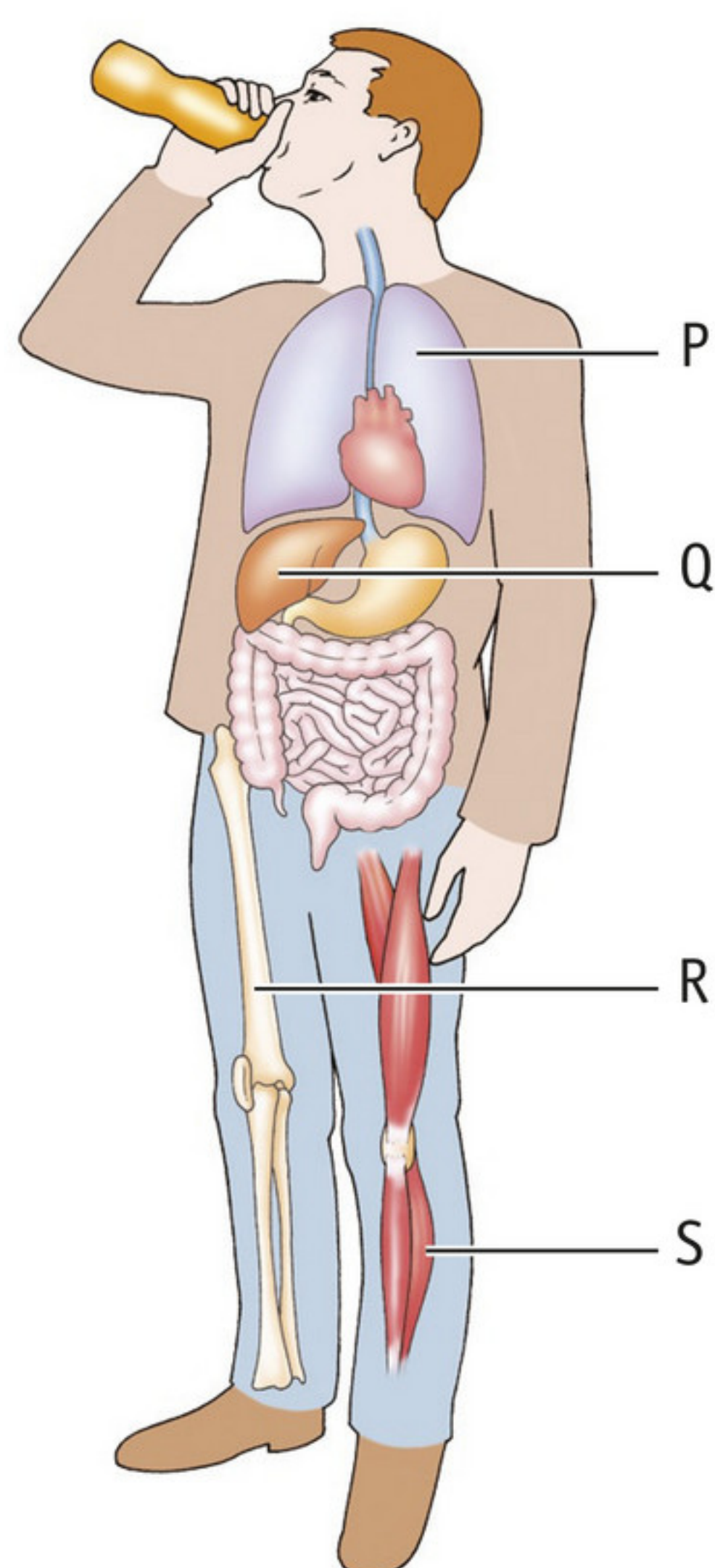
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

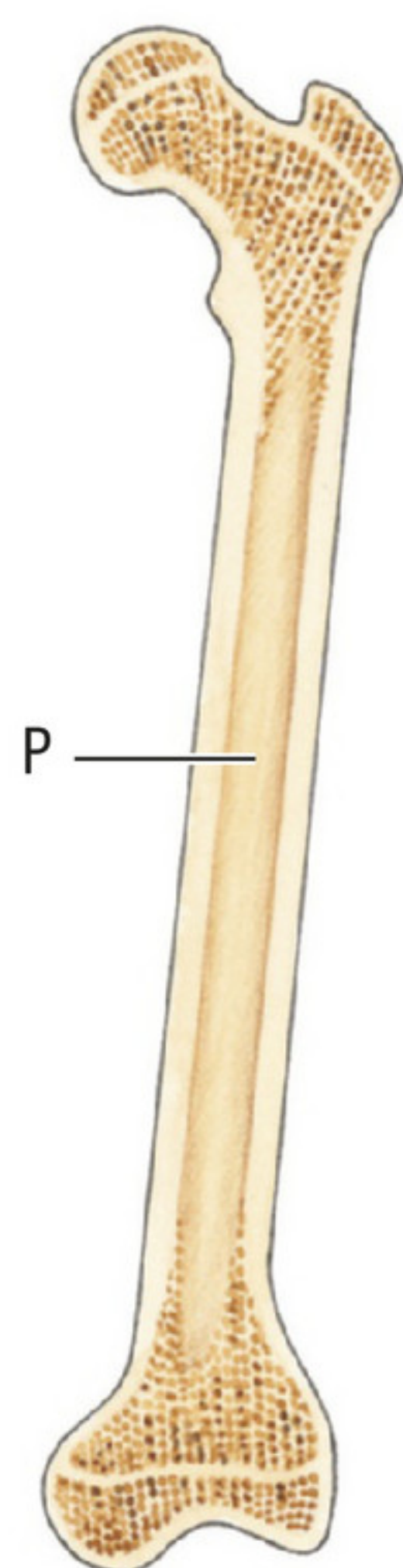
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Energierijke stoffen die niet onmiddellijk in het lichaam worden gebruikt, worden opgeslagen als vet en als glycogeen. In afbeelding 19 worden enkele plaatsen in het lichaam aangegeven. Welke twee letters geven plaatsen aan waar veel glycogeen wordt opgeslagen?
 - A De letters P en Q.
 - B De letters P en R.
 - C De letters Q en S.
 - D De letters Q en R.
- 2 Stoffen waarvan een teveel aanwezig is in het inwendige milieu, kunnen worden opgeslagen. Van welke stof(fen) wordt een teveel opgeslagen op plaats P in afbeelding 20?
 - A Van glycogeen.
 - B Van mineralen (onder andere ijzer).
 - C Van ureum.
 - D Van vet.

▼ **Afb. 19** De organen van de mens (schematisch).



▼ **Afb. 20** Een pijpbeen.



- 3 Drie vloeistoffen die in het menselijk lichaam voorkomen, zijn bloedplasma, urine en weefselvloeistof. Van welke van deze vloeistoffen wordt de samenstelling zo veel mogelijk constant gehouden?
 - A Alleen van bloedplasma en urine.
 - B Alleen van bloedplasma en weefselvloeistof.
 - C Alleen van weefselvloeistof en urine.
 - D Van bloedplasma, weefselvloeistof en urine.
- 4 Eiwitten kunnen een functie vervullen als brandstof. Als eiwitten voor de verbranding worden verbruikt, wordt in het lichaam minder glucose verbrand. Wordt de glucose die niet is verbruikt voor de verbranding, uitgescheiden door de lever? En door de nieren?
 - A Alleen door de lever.
 - B Alleen door de nieren.
 - C Zowel door de lever als door de nieren.
 - D Door geen van beide organen.

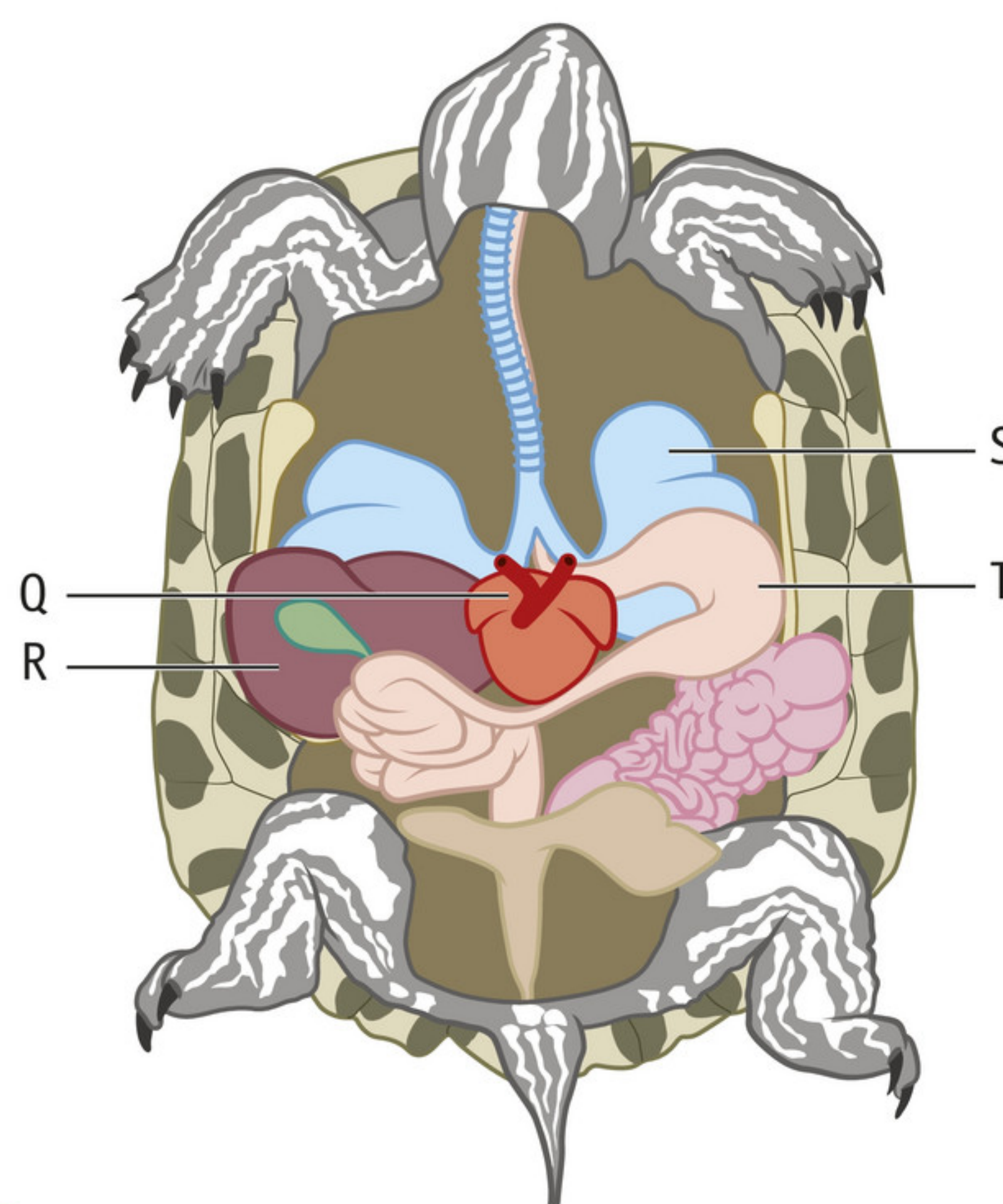
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Lonesome George (zie afbeelding 21) was de laatste reuzenschildpad van het eiland Pinta. Na zijn dood bleek dat hij een leverafwijking had. Welke letter geeft het orgaan aan waarvan bij dit onderzoek ontdekt werd dat het een afwijking had?
 - A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.
 - D Letter T.

▼ **Afb. 21** Het inwendige van een schildpad.

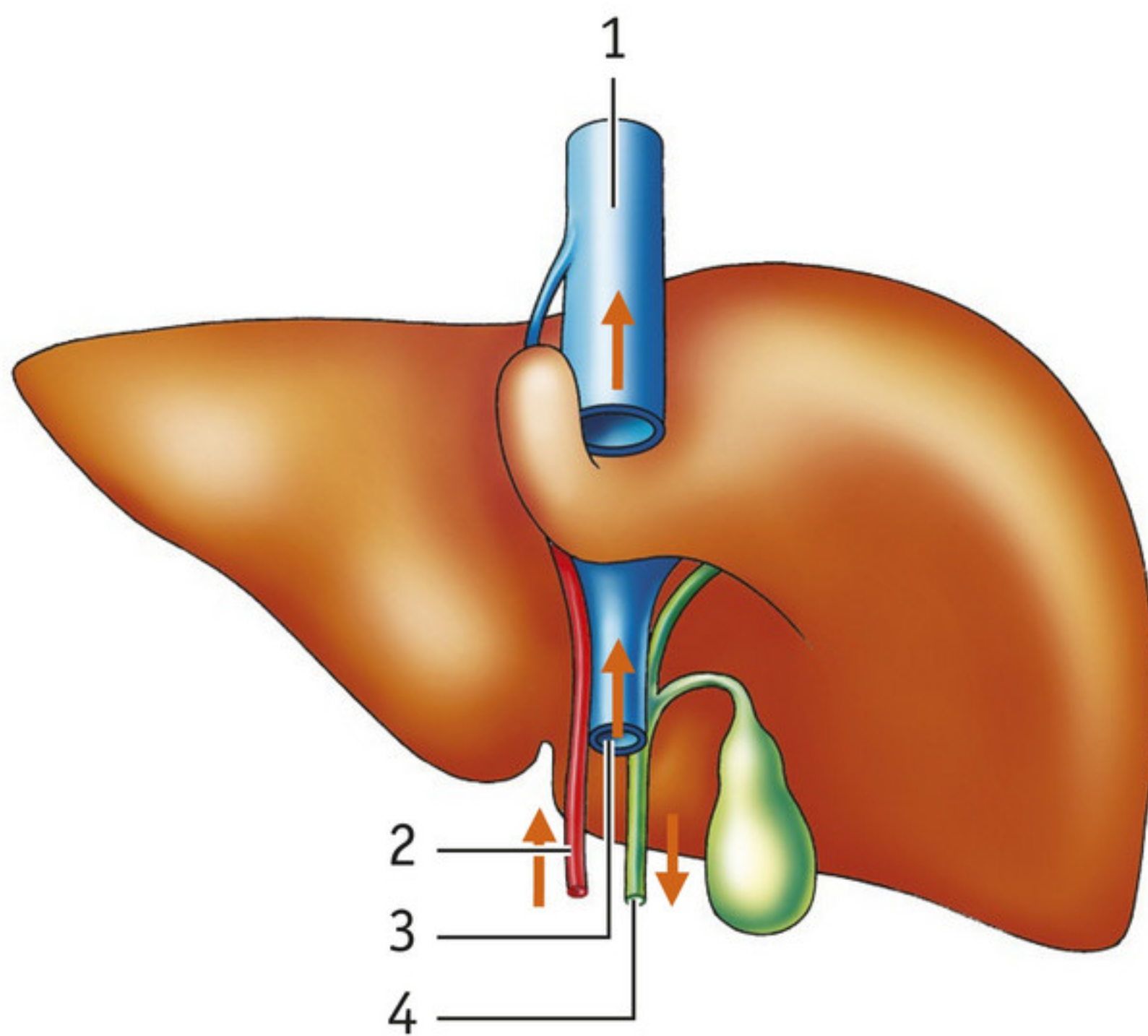


- 2 In afbeelding 22 is de lever met enkele aansluitende bloedvaten schematisch getekend. De pijlen geven de stroomrichting aan van de stoffen in de bloedvaten.

Welk nummer geeft de poortader aan?

- A Nummer 1.
- B Nummer 2.
- C Nummer 3.
- D Nummer 4.

▼ Afb. 22 Lever met bloedvaten.



- 3 In het lichaam van de mens kunnen onder andere de volgende processen plaatsvinden:

- 1 de afbraak van dode rode bloedcellen;
- 2 de productie van fibrinogeen;
- 3 de omzetting van glucose in koolstofdioxide en water.

Welke van deze processen kunnen plaatsvinden in de lever?

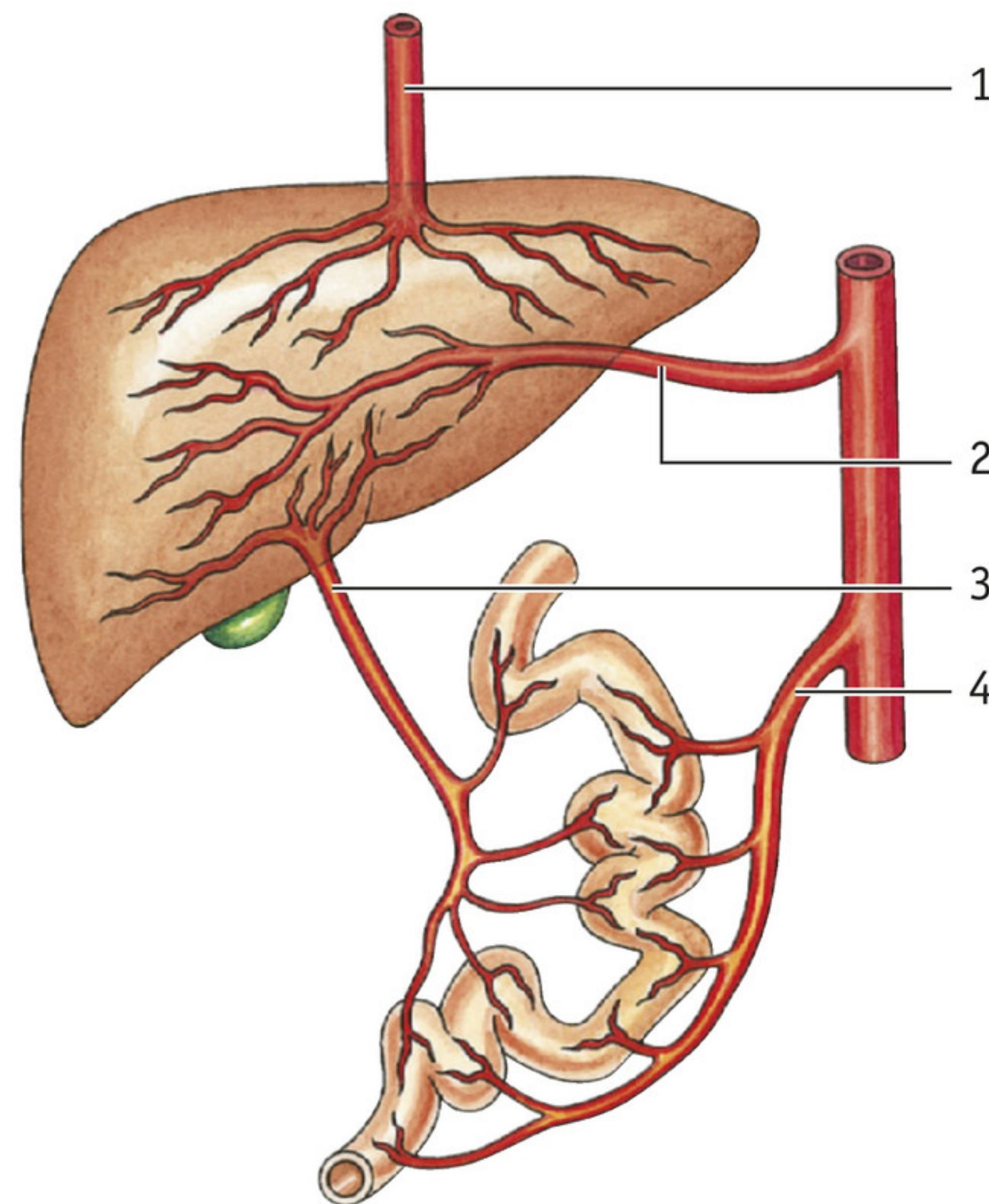
- A Alleen de processen 1 en 2.
- B Alleen de processen 1 en 3.
- C Alleen de processen 2 en 3.
- D De processen 1, 2 en 3.

- 4 In afbeelding 23 zijn de lever en een stukje darm met aansluitende bloedvaten schematisch getekend. Een uur na een eiwitrijke maaltijd wordt het ureumgehalte van het bloed in de drie genummerde bloedvaten bepaald.

In welk bloedvat is het ureumgehalte het hoogst?

- A In bloedvat 1.
- B In bloedvat 2.
- C In bloedvat 3.
- D In bloedvat 4.

▼ Afb. 23 Lever en een stukje darm.



- 5 Twee leerlingen doen een uitspraak over hoe je besmet kunt raken met het hepatitis B-virus. Lucas zegt dat je met hepatitis B besmet kunt raken via bloed.

Sara zegt dat je met hepatitis B besmet kunt raken via sperma en vocht uit de vagina.

Wie doet een juiste uitspraak?

- A Alleen Lucas.
- B Alleen Sara.
- C Zowel Lucas als Sara.
- D Geen van beiden.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De urinebuis voert de urine af van de nieren naar de urineblaas.

Sommige mensen slapen goed door, maar worden 's ochtends nat van het zweet wakker.

- 2 Bij deze mensen is de ochtendurine lichtgeel.

Van een gezond persoon worden in het uitscheidingsstelsel drie verschillende vloeistoffen afgenomen voor onderzoek. In tabel 1 staan enkele verschillen genoemd tussen de drie vloeistoffen.

- 3 Vloeistof Z is urine.

▼ Tabel 1 Uitscheiding.

	Vloeistof X	Vloeistof Y	Vloeistof Z
Bloeddeeltjes	+	–	–
Eiwitten	+	–	–
Glucose	+	+	–
Ureum	+	+	+
Water	+	+	+
Zouten	+	+	+

Legenda:
+ = wel aanwezig in de vloeistof
– = niet aanwezig in de vloeistof

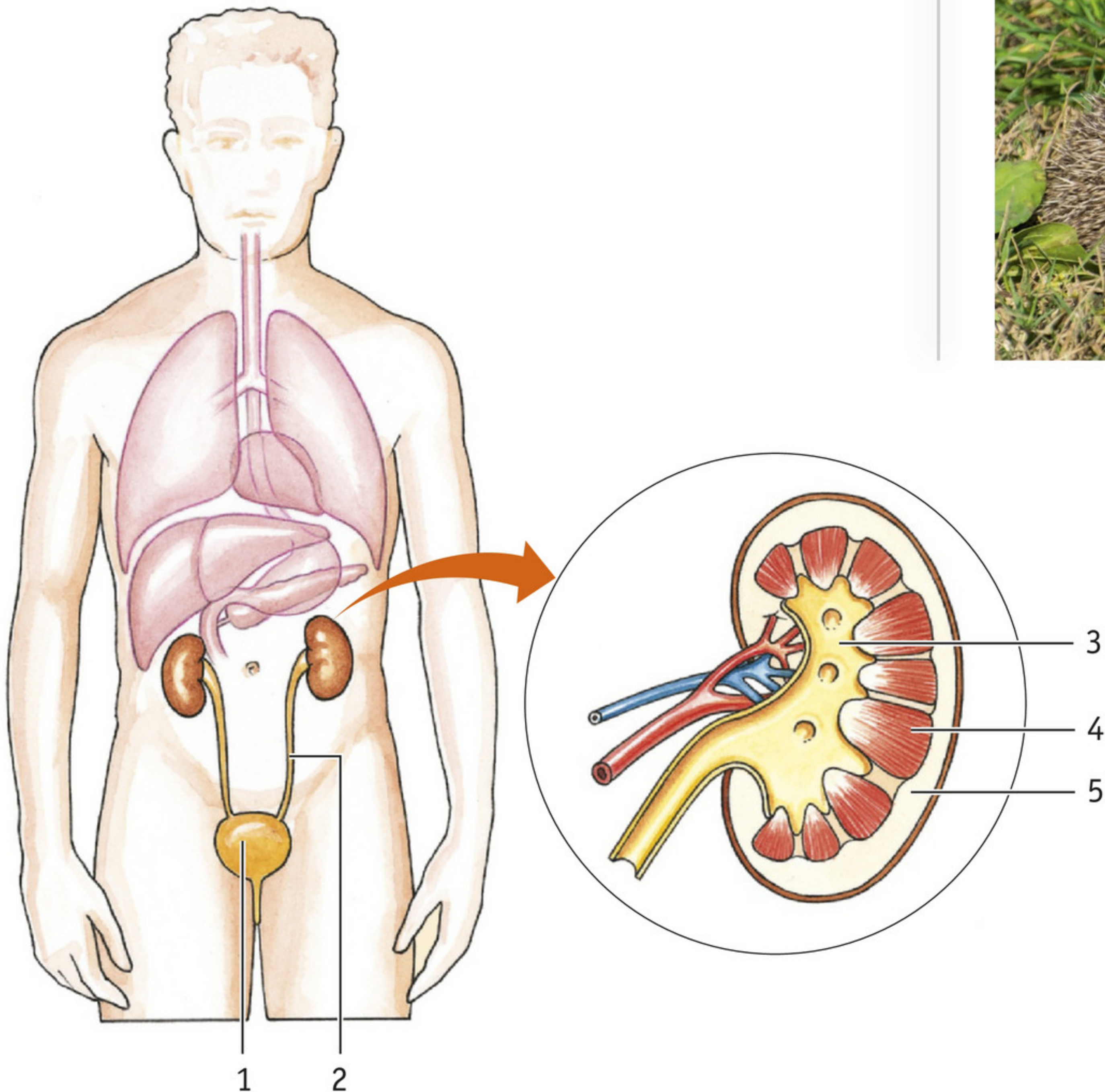
In afbeelding 24 zijn de nieren en de urinewegen van een gezonde persoon weergegeven. Bewering 4 tot en met 8 gaan over deze afbeelding.

- 4 De afvalstof ureum kan voorkomen in deel 1, 2, 3, 4 en 5.
- 5 In deel 3 komen eiwitten voor.
- 6 Deel 4 geeft de nierschors weer.
- 7 In deel 5 wordt het bloed gezuiverd van afvalstoffen.

Rode bieten bevatten een kleurstof die als overtollige stof met de urine wordt uitgescheiden.

- 8 Deze kleurstof kan in deel 2 voorkomen.

▼ Afb. 24 De nieren en de urinewegen bij een gezonde persoon.



DOELSTELLING 4 BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 25 zie je een wildkleur-egel en een albino-egel.
Bij mensen en dieren met albinisme werken bepaalde cellen niet goed. Hierdoor maken ze geen pigment. De huid van een egel is op vergelijkbare manier opgebouwd als bij de mens.
In welke laag werken deze cellen niet goed bij een albino-egel?
 - A In de hoornlaag.
 - B In de kiemlaag.
 - C In de lederhuid.
 - D In het onderhuidse bindweefsel.
- 2 Arif is gevallen en heeft daarbij zijn hand geschaafd. Er komt *geen* bloed uit de schaafwond.
Enkele delen van de huid zijn hoornlaag, kiemlaag en lederhuid.
Welk deel van de huid is of welke delen zijn bij deze schaafwond in elk geval niet beschadigd?
 - A Alleen de hoornlaag niet.
 - B Alleen de kiemlaag niet.
 - C Alleen de lederhuid niet.
 - D Alleen de hoornlaag en de kiemlaag niet.

▼ Afb. 25 Een wildkleur-egel en een albino-egel.



- 3 Aan het begin van de zomer is het zeewater vaak nog koel. Als je dan gaat zwemmen, blijven dikkere mensen meestal langer in de zee dan dunneren mensen.

Met welk lichaamsdeel heeft dit te maken?

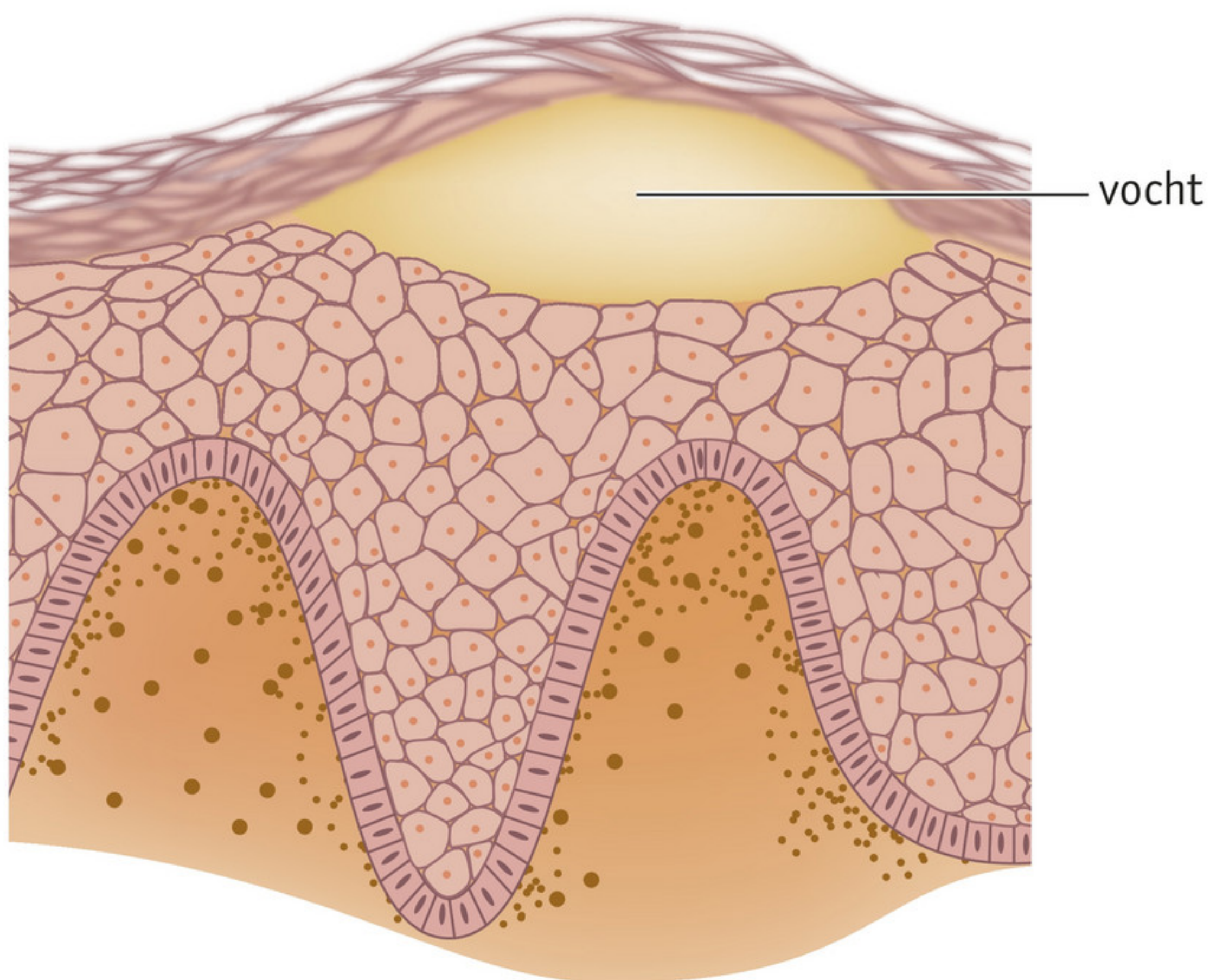
- A Met de hoornlaag.
- B Met de kiemlaag.
- C Met de lederhuid.
- D Met het onderhuidse bindweefsel.

- 4 De brandharen van een brandnetel kunnen bij aanraking jeuk, pijn en blaasjes op de huid veroorzaken (zie afbeelding 26).

Tussen welke twee lagen bevindt zich dit vocht?

- A Tussen de hoornlaag en de kiemlaag.
- B Tussen de kiemlaag en de lederhuid.
- C Tussen de lederhuid en het onderhuidse bindweefsel.
- D Tussen het onderhuidse bindweefsel en de spieren.

▼ Afb. 26 Opperhuid met vochtblaasje (schematisch).



- 5 Sommige tatoeages zijn tijdelijk, andere tatoeages zijn blijvend (zie afbeelding 27). Twee lagen van de huid zijn de opperhuid en de lederhuid.

In welke van deze lagen komt de inkt van een blijvende tatoeage terecht? En in welke van deze lagen komt de inkt van een tijdelijke tatoeage terecht?

- | Inkt van
blijvende tatoeage | Inkt van
tijdelijke tatoeage |
|--------------------------------|---------------------------------|
| A in de lederhuid | in de lederhuid |
| B in de lederhuid | in de opperhuid |
| C in de opperhuid | in de lederhuid |
| D in de opperhuid | in de opperhuid |

▼ Afb. 27 Waar blijft de inkt?



1 blijvende tatoeage



2 tijdelijke tatoeage
(met hennapasta)

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Sven zit bij het raam in zijn klaslokaal rustig te luisteren. Hij heeft een T-shirt aan. Zijn achterbuurvrouw zet het raam open. Daardoor daalt de temperatuur in het lokaal. Sven krijgt er kippenvel van. Hij vindt dat het te koud is geworden.

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Is de warmteafgifte door het lichaam van Sven groter of kleiner geworden na het openen van het raam?
- 2 Welke verandering heeft plaatsgevonden in de haarspiertjes in de huid van Sven?
- 3 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de bloedvaten in de huid van Sven? Zo ja, welke verandering?
- 4 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de productie van talg bij Sven? Zo ja, welke verandering?
- 5 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de productie van zweet bij Sven? Zo ja, welke verandering?
- 6 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de warmteproductie in het lichaam van Sven? Zo ja, welke verandering?

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

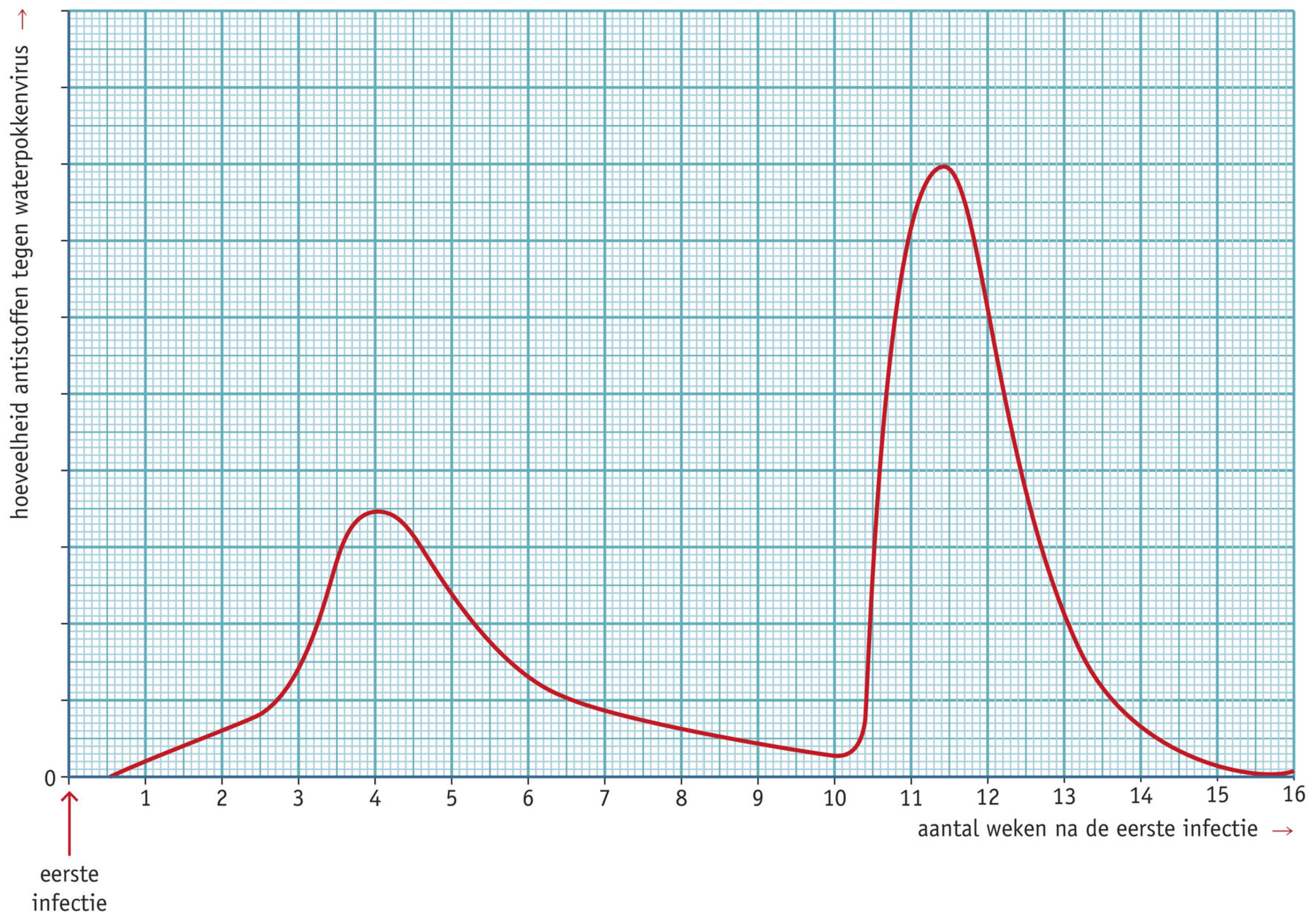
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Welke ziekteverwekkers kun je bestrijden met antibiotica?
 - A Bacteriën.
 - B Dieren.
 - C Schimmels.
 - D Virussen.

- 2 Door welke twee lichaamssappen worden bacteriën gedood?
- A Door alvleessap en darmsap.
 - B Door alvleessap en maagzuur.
 - C Door darmsap en maagzuur.
 - D Door speeksel en maagzuur.
- 3 Waardoor kun je immuun worden?
- A Door een infectieziekte en een inenting.
 - B Door het gebruik van antibiotica en een infectieziekte.
 - C Door het gebruik van antibiotica en een inenting.
- 4 Lina gaat een reis van drie maanden maken door een gebied met een groot risico op besmetting met tuberculose. Lina wil een inenting tegen tuberculose halen. Ze maakt een afspraak bij de huisarts. Wanneer kan Lina deze afspraak het best maken?
- A Tien weken voor vertrek.
 - B Eén dag voor vertrek.
 - C Meteen na terugkomst.

- 5 Milan heeft twee keer een infectie met waterpokken opgelopen. Zijn witte bloedcellen hebben antistoffen gemaakt tegen het waterpokkenvirus. In afbeelding 28 staat de hoeveelheid van deze antistoffen in het bloed van Milan gedurende zestien weken. In welke week vindt de tweede besmetting met waterpokken plaats?
- A In week 1.
 - B In week 4.
 - C In week 10.
 - D In week 12.

▼ **Afb. 28** Hoeveelheid antistoffen tegen het waterpokkenvirus.



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Informatie op waarde schatten: HPV-inenting

In basisstof 5 heb je gelezen dat meisjes vanaf 12 jaar een inenting tegen HPV kunnen krijgen om baarmoederhalskanker te voorkomen. Maar lang niet alle meisjes laten zich inenten tegen HPV (63% in 2015). Een oorzaak hiervan kan zijn dat op sociale media negatieve verhalen staan over de HPV-inenting (zie afbeelding 29). In deze verrijkingstof ga je uitzoeken wat er van deze verhalen klopt.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 169

▼ Afb. 29

HPV-inenting: wel of niet?



Lisa heeft zich niet laten inenten. 'Ik las dat je van een HPV-inenting allerlei klachten kunt krijgen. Je zou onvruchtbaar kunnen worden of langdurig moe. Anderen zeiden dat een HPV-inenting wel goed is. Ik twijfelde eraan. Ik heb besloten de HPV-inenting niet te doen. Mijn ouders zeiden ook dat

nog niet alles bekend is over de inenting. Krijg je over twintig jaar geen enge ziekten of zo? Daarom vond ik de HPV-inenting gewoon eng. En een paar vriendinnen deden het ook niet. In het begin van de HPV-inenting was het vrij normaal om je niet te laten inenten tegen HPV. Nu doen meer meisjes het wel.'



Lieke heeft zich wel laten inenten tegen HPV. 'Ik heb ook negatieve verhalen gelezen op internet over de HPV-inenting. Een meisje schreef bijvoorbeeld dat ze drie dagen na een HPV-inenting ernstig ziek was geworden. Ze zei dat dat kwam door de HPV-inenting. Maar mensen kunnen elke

dag ziek worden door allerlei oorzaken. Je kunt dus ook ernstig ziek worden vlak na een HPV-inenting, maar je weet niet of het daardoor komt.

Mijn ouders zeiden dat dit verhalen zijn van een paar meisjes na een HPV-inenting. Ze zeiden dat je moet weten of bij een grote groep ingeënte meisjes meer ernstige klachten voorkomen dan bij een grote groep meisjes die niet zijn ingeënt. Uit onderzoek bleek dat dit niet zo was. Daarom leek het me wel veilig en heb ik de HPV-inenting gedaan.'

2 Standpunt bepalen: orgaandonatie

Elke Nederlander die 18 jaar wordt, krijgt een donorverklaring toegestuurd. Daarmee kun je laten weten of je na je dood je organen wilt afstaan voor transplantatie. Jongeren zeggen vaker 'ja' tegen orgaandonatie vergeleken met de rest van Nederland.

TEKORT AAN DONOREN

Orgaandonatie kan veel levens redden. In Nederland is een tekort aan donororganen, zodat veel zieke mensen op de wachtlijst staan. In 2015 zijn 134 patiënten overleden terwijl ze op de wachtlijst stonden. Op 1 januari 2016 stonden er 984 mensen op de wachtlijst. Een nierpatiënt moet bijvoorbeeld gemiddeld vier jaar wachten op een nieuwe nier. De overheid voert regelmatig campagne om orgaandonoren te werven (zie afbeelding 30).

► **Afb. 30** Donorcampagne.



MISVERSTANDEN OVER ORGAANDONATIE

Er bestaan veel misverstanden over orgaandonatie. Sommige mensen zijn bang dat een arts een orgaandonor eerder laat doodgaan, om de organen te gebruiken voor een andere patiënt. Maar een behandelend arts weet helemaal niet of de organen geschikt zijn voor donatie. Dit wordt pas na het overlijden van een donor bekend. De arts van een eventuele donor heeft ook niets te maken met een mogelijke transplantatie en zal een patiënt daarom nooit eerder laten overlijden. Een arts doet er alles aan om het leven van zijn patiënten te redden, daarvoor heeft hij een eed afgelegd.

Andere mensen denken dat je op je begrafenis niet meer toonbaar bent. Maar na orgaandonatie is nooit te zien dat iemand zijn organen heeft gedoneerd. Na de operatie wordt de operatiewond netjes gehecht. Zichtbare lichaamsdelen worden niet aangetast.

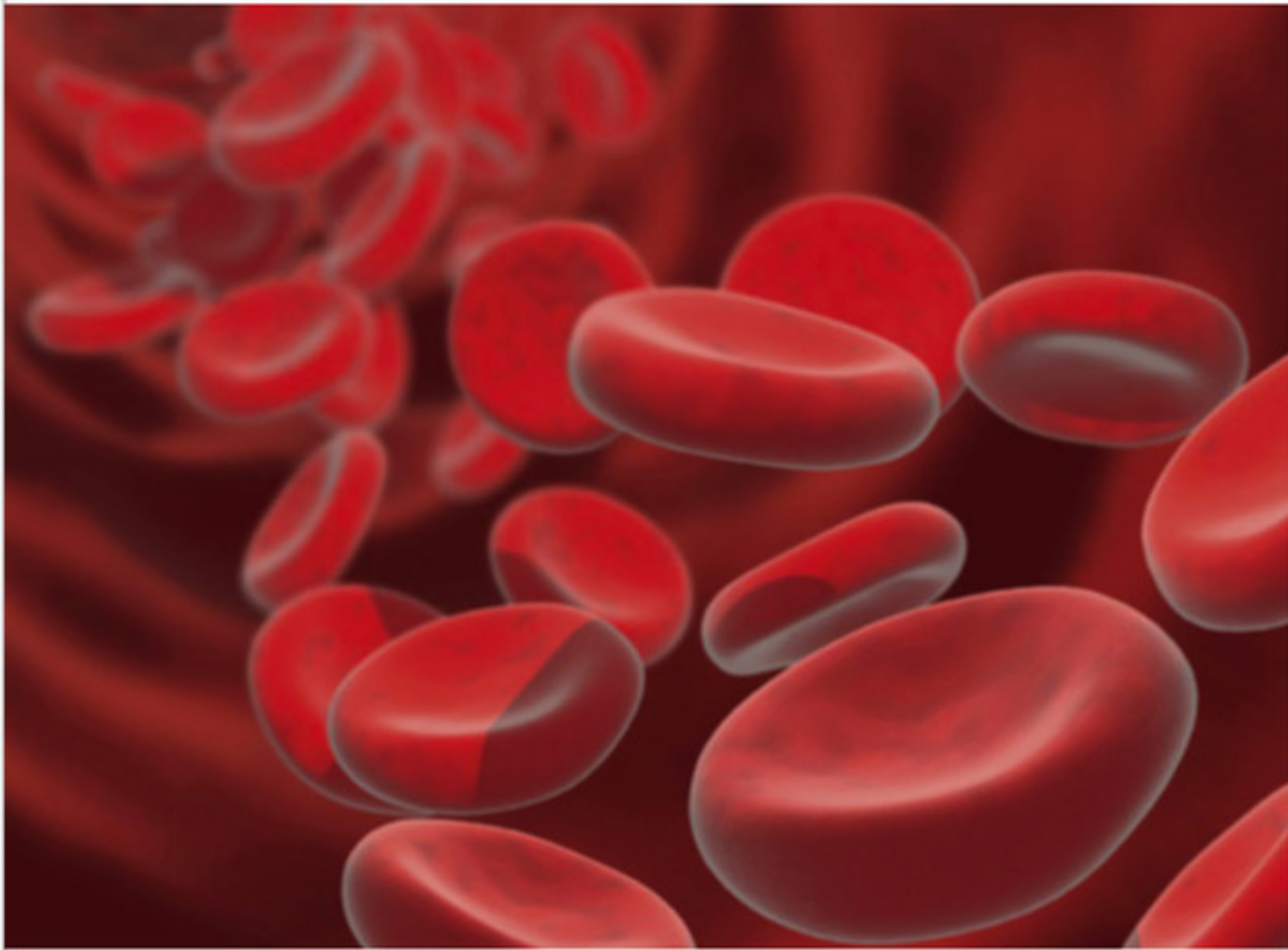
PLUSSTOF

3

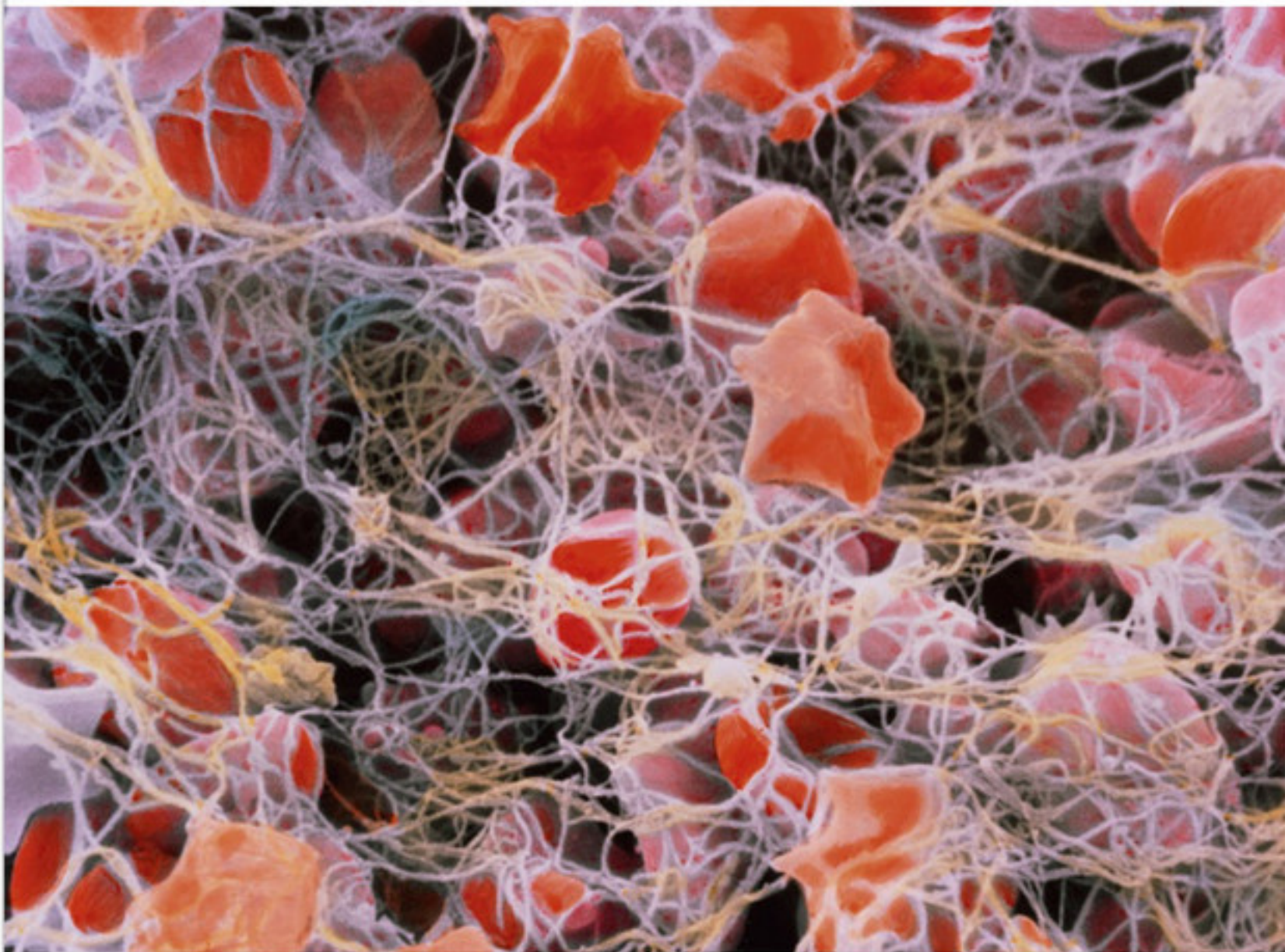
Bloedtransfusies

Soms krijgt iemand een ernstig ongeluk en verliest hij veel bloed. In het ziekenhuis krijgt hij dan een **bloedtransfusie**. Dat betekent dat hij bloed krijgt van iemand anders. Het bloed is afkomstig van een **bloeddonor**. Een bloeddonor is iemand die bloed afgeeft om een ander te helpen.

▼ Afb. 31 Donorbloed.



1 voor de bloedtransfusie



2 na de verkeerde bloedtransfusie

BLOEDGROEPEN

Het bloed in je lichaam hoort bij een bepaalde **bloedgroep**. Er zijn verschillende bloedgroepen: A, B, AB of 0. De bloedgroep is heel belangrijk bij een bloedtransfusie. Bij elke bloedgroep zijn de rode bloedcellen een klein beetje anders.

Als er een verkeerde bloedgroep in je lichaam komt, maken witte bloedcellen stoffen tegen de rode bloedcellen. Deze stoffen heten **antistoffen**. Het bloed kan gaan klonteren (zie afbeelding 31). Daardoor kunnen bloedpropjes ontstaan. Die blijven in de haarvaten steken. De bloedpropjes kunnen zo de bloedtoevoer in bepaalde organen blokkeren. De organen krijgen dan niet langer voldoende zuurstof en voedingsstoffen. Dat kan heel gevaarlijk zijn. In afbeelding 32 zie je wanneer een bloedtransfusie goed verloopt en wanneer hij niet goed verloopt.

▼ Afb. 32 Schema van bloedtransfusies.

		Bloedgroep van het donorbloed			
		A	B	AB	0
Bloedgroep van de patiënt (ontvanger)	A				
	B				
	AB				
	0				

- Legenda:
- bloedtransfusie verloopt goed
 - bloedtransfusie verloopt niet goed: bloedklontering

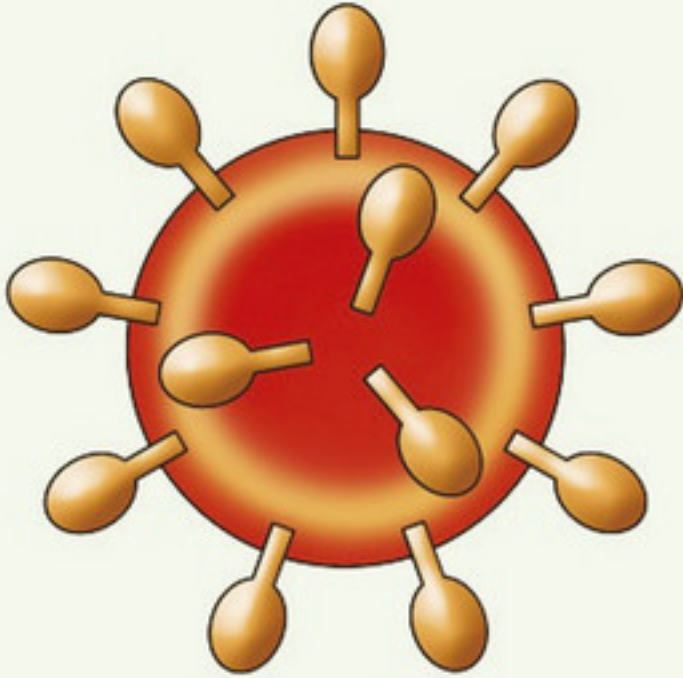
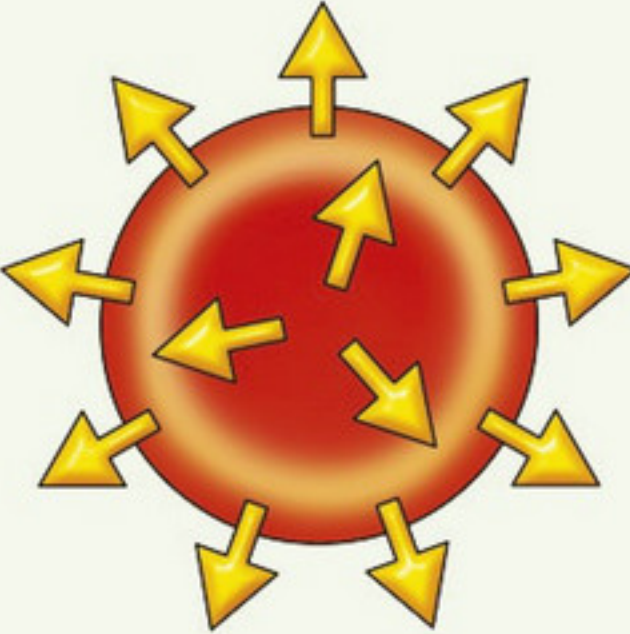
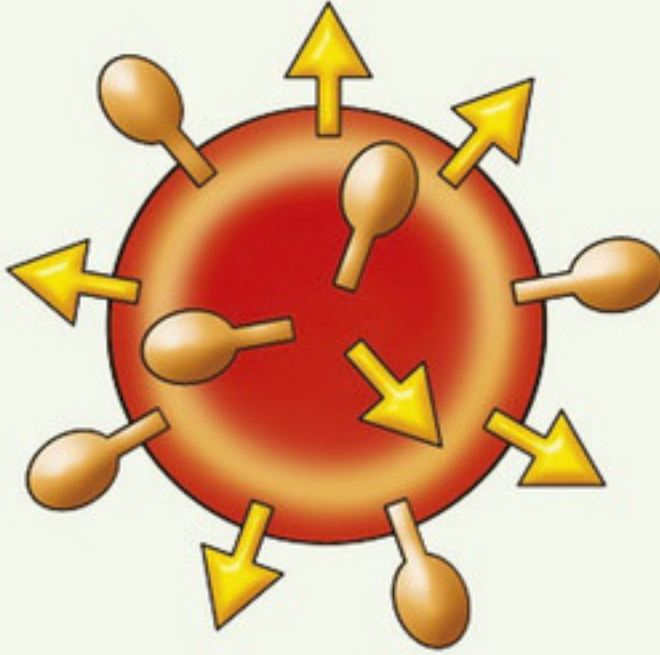
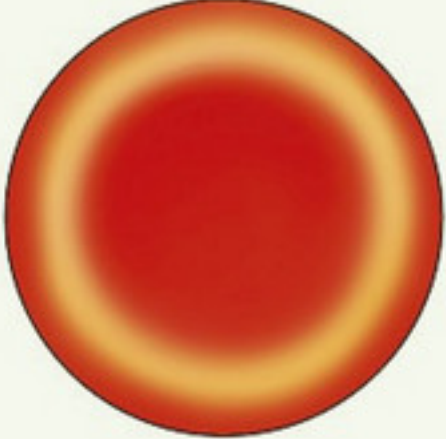
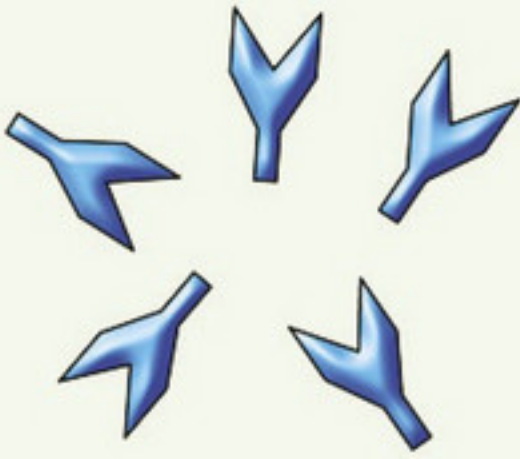
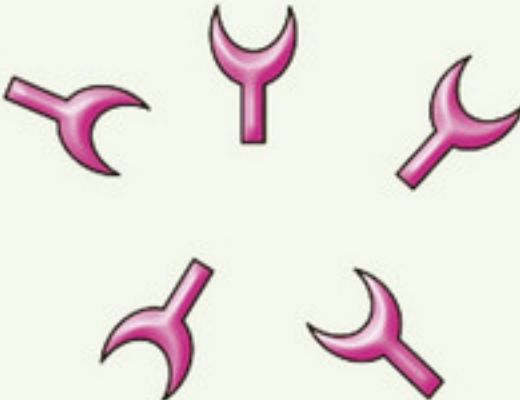
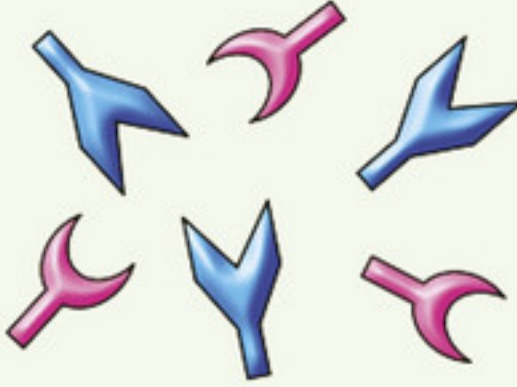
BLOEDFACTOREN EN ANTISTOFFEN

Op de rode bloedcellen zitten **bloedfactoren**. In het schema van afbeelding 33 zie je welke bloedfactoren op de rode bloedcellen zitten. Dat is bij elke bloedgroep anders. Er zijn twee bloedfactoren: **bloedfactor A** en **bloedfactor B**. Bij bloedgroep 0 zie je dat de bloedfactoren ontbreken.

In het schema zie je ook welke antistoffen tegen de bloedfactoren elke bloedgroep heeft. Antistof tegen bloedfactor A noem je **anti-A**. Antistof tegen bloedfactor B noem je **anti-B**. Als in de bloedgroep van de ontvanger antistoffen zitten tegen de bloedfactoren van de donor, gaat het bloed klonteren.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 172

▼ **Afb. 33** Bloedfactoren en antistoffen bij de verschillende bloedgroepen.

	Bloedgroep A	Bloedgroep B	Bloedgroep AB	Bloedgroep 0
Bloedfactoren op rode bloedcellen	bloedfactor A 	bloedfactor B 	bloedfactor A en B 	geen bloedfactor A geen bloedfactor B 
Antistoffen in bloedplasma	anti-B 	anti-A 	geen anti-A geen anti-B	anti-A anti-B 
% in Nederland	43%	9%	3%	45%

Examentrainer

URINE

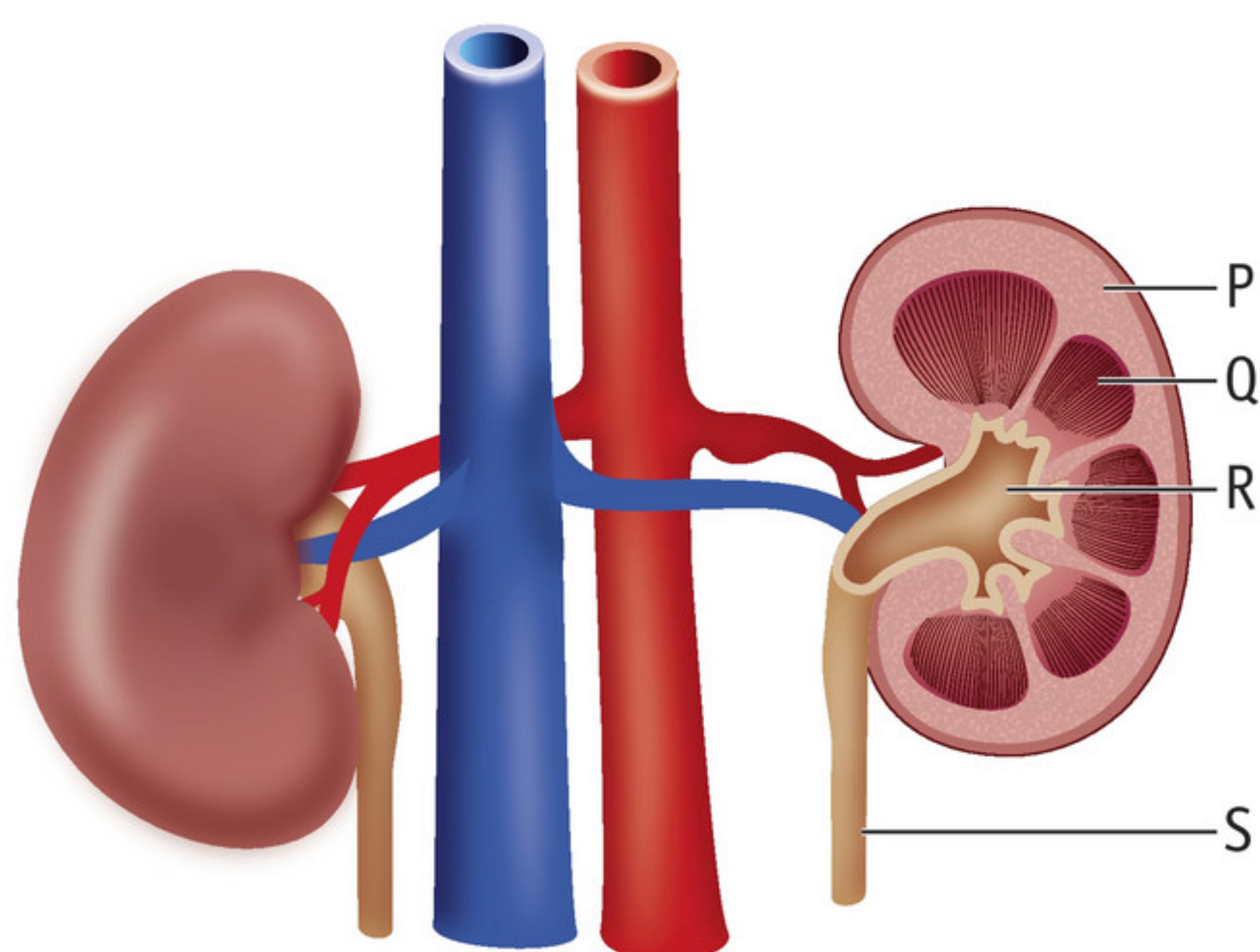
Naar: examen vmbo-k 2016-1, vraag 18 en 19.

Urine bestaat uit water en afvalstoffen. Een van die afvalstoffen is ureum. De volgende zin beschrijft het ontstaan van ureum.

- 2p **1** Vul de zin aan.
 Kies bij 1 uit: *eiwitten – koolhydraten – vetten*.
 Kies bij 2 uit: *alvleesklier – lever – maag*.
 Ureum ontstaat bij het afbreken van ...1... in de ...2...

In afbeelding 34 geven vier letters delen van het uitscheidingsstelsel aan.

▼ Afb. 34 Uitscheidingsstelsel.



- 1p **2** Welke letter geeft het deel aan waarin urine wordt verzameld?
 A De letter P.
 B De letter Q.
 C De letter R.
 D De letter S.

DIABETES TYPE 2

Bron: examen vmbo-k 2015-1, vraag 10 tot en met 12.

Bij mensen met diabetes type 2 nemen de cellen van lever en spieren onvoldoende glucose op uit het bloed om op te slaan als reservestof. Hierdoor blijft het glucosegehalte van het bloed te hoog. Lever- en spiercellen nemen glucose op en zetten deze om in een andere energierijke stof. Die energierijke stof slaan ze op als reservestof.

- 1p **3** Welke energierijke stof is dit?
 A Eiwit.
 B Glycogeen.
 C Vet.

De lever heeft naast het opslaan van reservestof nog andere functies. Twee functies die organen in het lichaam kunnen hebben, zijn:

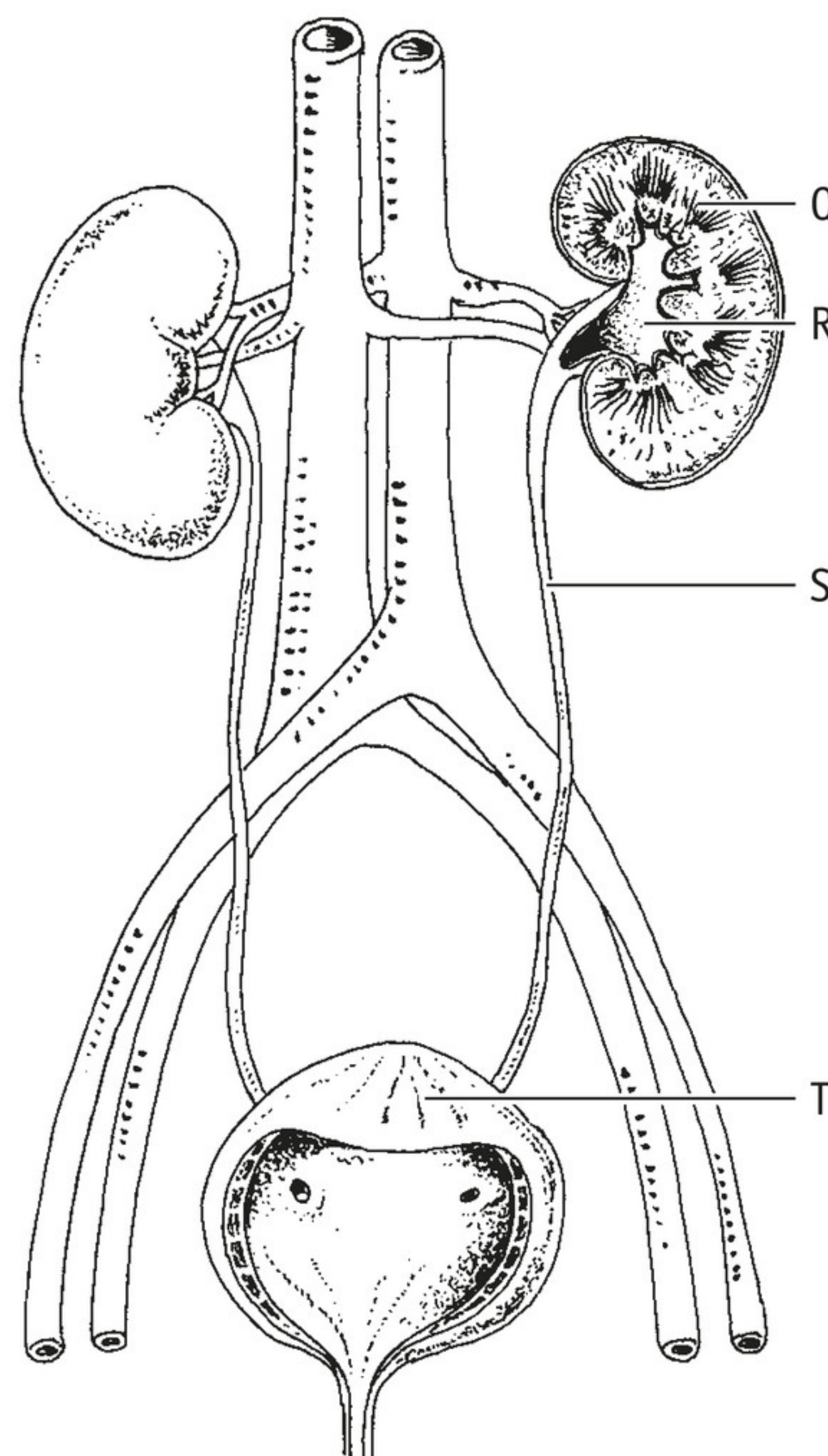
- 1 het afbreken van giftige stoffen;
 2 het maken van gal.
 1p **4** Is 1 een functie van de lever? En is 2 een functie van de lever?
 A Alleen 1.
 B Alleen 2.
 C Geen van beide.
 D Zowel 1 als 2.

Bart heeft diabetes en gaat voor controle naar de dokter. De dokter onderzoekt of zijn urine glucose bevat. Ook bepaalt de dokter het glucosegehalte van zijn bloed.

Als het glucosegehalte van Barts bloed erg hoog is, haalt het uitscheidingsstelsel glucose uit het bloed. Er zit dan glucose in zijn urine.

- 1p **5** Welke letter in afbeelding 35 geeft een plaats aan waar glucose dan uit het bloed wordt verwijderd?
 A De letter Q.
 B De letter R.
 C De letter S.
 D De letter T.

▼ Afb. 35 Uitscheidingsstelsel met nieren en urinewegen.

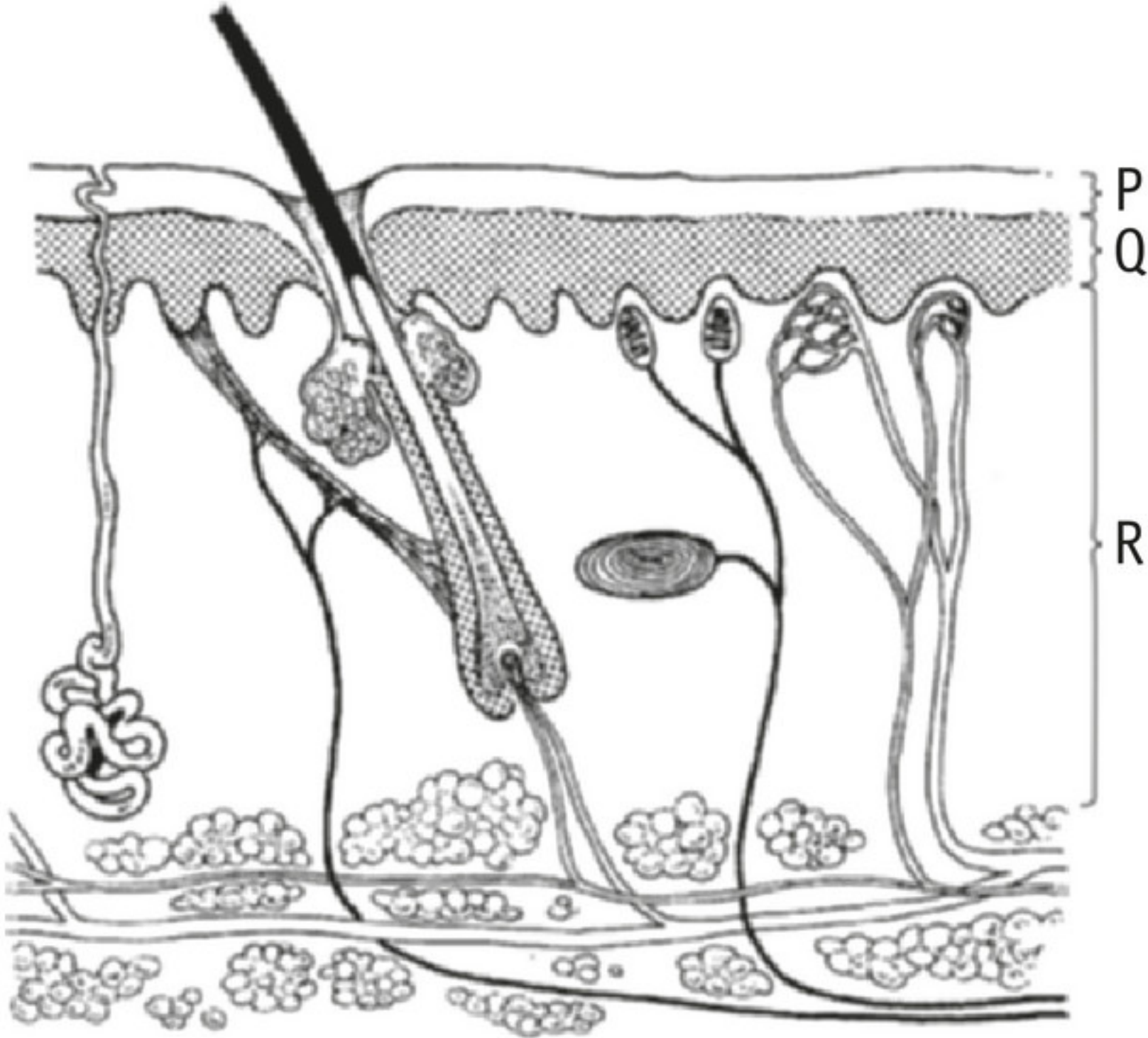


HUIDVLEKKEN

Naar: examen vmbo-k 2016-2, vraag 1 en 2.

Bijna iedereen heeft wel een moedervlek. Zo'n donkerbruin vlekje in de huid is een opeenhoping van cellen met pigment. Hoe ouder je bent, hoe meer moedervlekken ontstaan. In afbeelding 36 zie je een stukje huid.

▼ **Afb. 36** Doorsnede huid.



- 1p **6** Welke letter geeft de laag aan waarin moedervlekken ontstaan?
- A De letter P.
 - B De letter Q.
 - C De letter R.

Wijnvlekken zijn rode huidvlekken. Ze zijn groter dan moedervlekken en komen minder vaak voor. Een wijnvlek wordt veroorzaakt door wildgroei van haarvaten in de huid.

- 1p **7** Hoe heet de huidlaag waarin zich wijnvlekken bevinden?

DE LEVER

Bron: examen vmbo-k 2013-1, vraag 10.

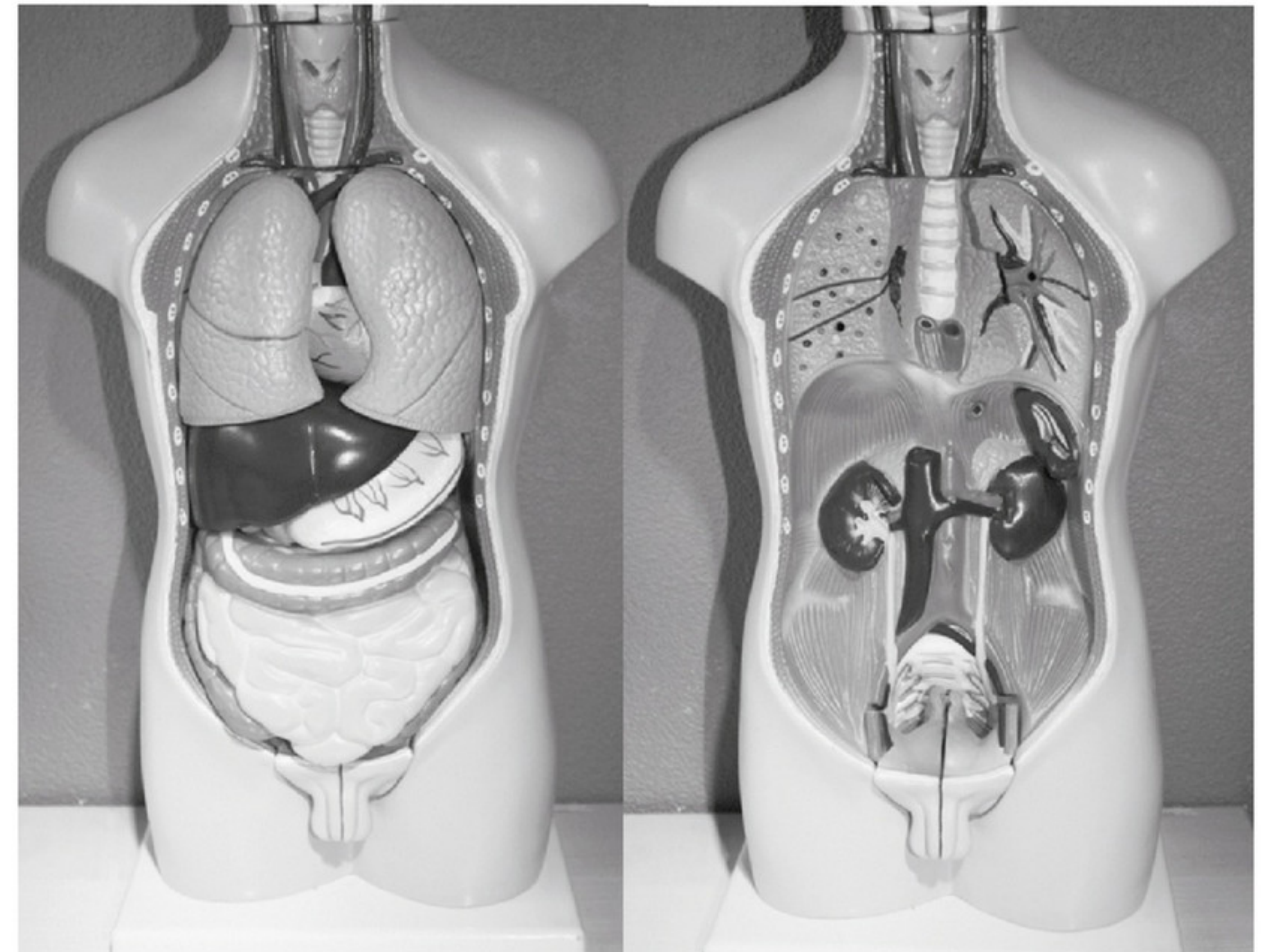
- 1p **8** Van welke orgaanstelsels maakt de lever deel uit?
- A Van het hormoonstelsel en het uitscheidingsstelsel.
 - B Van het hormoonstelsel en het verteringsstelsel.
 - C Van het uitscheidingsstelsel en het verteringsstelsel.

EEN WANDELENDE NIER

Bron: examen vmbo-k 2014-2, vraag 8.

Op de foto's van afbeelding 37 zie je organen in de romp. De nieren liggen hoog in de buikholte aan de rugzijde. Soms kan een nier verzakken, waardoor die nier lager komt te liggen. Dit wordt een wandelende nier genoemd.

▼ **Afb. 37**



Verzakking van de rechternier kan veroorzaakt worden door een groot orgaan in de buikholte. Dit orgaan ligt over die nier en drukt daarop.

- 1p **9** Hoe heet dit orgaan?
- A Dikke darm.
 - B Lever.
 - C Maag.

Plusvraag

WATERPOKKEN

Naar: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 29.

Merel is verpleegkundige. Ze gaat in een ziekenhuis werken op een afdeling met patiënten die een verzwakte afweer hebben. Om vast te stellen of ze immuun is voor waterpokken, wordt haar bloed onderzocht. Uit het bloedonderzoek blijkt dat Merel niet immuun is voor waterpokken. Ze wordt daarom ingeënt tegen waterpokken. Dat beschermt haar tegen deze ziekte.

- 1p **10** Noem een andere reden waarom het nodig is dat Merel immuun is als ze werkt met patiënten met een verzwakte afweer.

A

ademhalen	55
aders	100
afvalstoffen	132
afweer	138
allergie	65
allergische reacties	65
alleseters	30
alvleesklier	26
alvleessap	26
anti-A	151
anti-B	151
antibiotica	139
antistoffen	150
anus	28
aorta	95
astma	62

B

beschermende stoffen	13
bindweefsel, onderhuidse	136
blindedarm	28
bloedcellen, rode	88
bloedcellen, witte	90, 138
bloeddonor	150
bloeddruk	99
bloeddruk, hoge	103
bloeddruk, lage	103
bloedfactor A	151
bloedfactor B	151
bloedfactoren	151
bloedgroep	150
bloedplaatjes	90
bloedplasma	87
bloedsomloop	92
bloedsomloop, dubbele	92
bloedsomloop, grote	93
bloedsomloop, kleine	92
bloedtransfusie	150
bloedvatenstelsel	92
boezem	94
borstademhaling	60
bovenste holle ader	95
bronchiën	57
bronchitis, chronische	63
buikademhaling	61

C

cement	29
chronische bronchitis	63

conserveermiddelen	11
conserveermiddelen, kunstmatige	12
conserveermiddelen, natuurlijke	11
conserveren	10
COPD	63

D

darm, dikke	28
darm, dunne	27
darm, twaalfvingerige	26
darmperistaltiek	23
darmplooiën	27
darmsap	27
darmsapklieren	27
darmvlokken	27
diarree	28
dikke darm	28
dubbele bloedsomloop	92
dunne darm	27

E

emulgeren	26
endeldarm	28
enzymactiviteit	10
enzymen	8

G

gal	26
galblaas	26
galbuis	26, 132
gaswisseling	55
geurstoffen	12
gifstoffen	132
glazuur	29
glycogeen	132
grondstofwisseling	19
grote bloedsomloop	93

H

haarspiertjes	136
haervaten	99
haartzakje	136
halvemaanvormige kleppen	96
haren	136
hartaanval	105
hartinfarct	105
hartkleppen	96
hartritme	105
hartritmestoornis	106
hartslagfrequentie	105

hemoglobine	89
hepatitis	132
hoge bloeddruk	103
holle ader, bovenste	95
holle ader, onderste	95
hooikoorts	64
hoornlaag	136, 138
huig	25, 56

I

immuun	139
indicatoren	17
infectie	135
inwendige milieu	130

J

joodoplossing	17
---------------	----

K

kamer	94
kcal	19
keelholte	25, 56
kiemlaag	135
kieuwen	67
kilocalorie	19
kleine bloedsomloop	92
kleppen	100
kleppen, halvemaanvormige	96
kleurstoffen	12
knipkiezen	30
knobbelkiezen	30
koorts	138
kraakbeenringen	56
kransaders	94
kransslagaders	94
kringspieren	23
kroon	29
kunstmatige conserveermiddelen	12

L

lage bloeddruk	103
lengtespieren	23
leukemie	90
lever	26
leverader	102, 132
leverslagader	102, 132
linkerboezem	95
linkerkamer	95
longaders	95
longblaasjes	57

- longemfyseem 63
 longen 55
 longhaarvaten 57
 longslagader 95
 luchtpijp 56
 luchtpijptakjes 57
 lymfe 108
 lymfeknopen 109
 lymfevaten 108
 lymfevatenstelsel 107
- M**
 maag 25
 maagportier 25
 maagsap 26, 138
 maagsapklieren 26
 maagzuur 26
 middenrifspieren 61
 milieu, inwendige 130
 milieu, uitwendige 130
 mondholte 24, 56
- N**
 natuurlijke conserveermiddelen 11
 neusharen 55
 neusholte 55
 neusslijmvlies 55
 nieraders 133
 nierbekkens 133
 nieren 133
 niermerg 133
 nierschors 133
 nierslagaders 133
- O**
 onderhuidse bindweefsel 136
 onderste holle ader 95
 onverzadigde vetten 15
 opname 130
 opperhuid 135
 oppervlaktevergroting 24
 opslaan 130
 optimumkromme 10
 optimumtemperatuur 10
- P**
 peristaltische bewegingen 23
 pH 10
 pigment 136
 pijnpunten 136
- pijnzintuigen 136
 planteneters 29
 plooi kiezen 30
 poortader 27, 102, 132
 rechterboezem 95
 rechterkamer 95
 rode bloedcellen 88
- S**
 slagaders 99
 slijmproducerende cellen 55
 slijmvliesen 138
 slokdarm 25
 smaakstoffen 12
 speeksel 24, 138
 speekselklieren 24
 stigma's 68
 stoffen, beschermende 13
 strotklepje 25, 56
- T**
 talg 136, 138
 talgklieren 136
 tandbederf 32
 tandbeen 29
 tanderosie 32
 tandholte 29
 tandplak 32
 tandvlees 29
 tracheeën 68
 trilharen 55
 tuberculose 139
 tussenribspieren 60
 twaalfvingerige darm 26
- U**
 uitscheiden 130
 uitwendige milieu 130
 ureum 132
 urine 133
 urineblaas 133
 urinebuis 133
 urineleiders 133
- V**
 ventilatie 59
 vertering 22
 verteringsklieren 23
 verteringssappen 23
 verzadigde vetten 15
- vetcellen 136
 vetten, onverzadigde 15
 vetten, verzadigde 15
 vleeseters 30
 voedingsmiddelen 13
 voedingsstoffen 13
 voedingsvezels 13
- W**
 warmteafgifte 137
 warmteproductie 137
 weefselvloeistof 107, 130
 witte bloedcellen 90, 138
 wormvormig aanhangsel 28
 wortels 29
- Z**
 zuurgraad 10
 zweet 137
 zweetkanaaltjes 136
 zweetklieren 136

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Loes Oudshoorn
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Tom Tahey

AUTEURS ZESDE EDITIE

Gerard Smits, Ben Waas, Arteunis Bos, Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 4: 10, 23, 41, 65, 69, 71.1, 71.2, 71.3; thema 5: 16, 17, 45, 46, 50; thema 6: 4, 14, 22.2, 23, 36, 57; thema 7: 18, 25, 27.1, 27.2, 29 r, 31.1; ANP Photo, Rijswijk: thema 4: 67.1; thema 6: 59; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 5: 21; thema 6: 1, 9, 13, 35; thema 7: 14.1, 14.2, 31.2; Teun Berserik, Den Haag: thema 4: 21; Buiten-beeld, Nijkerk: thema 4: 66; Carolina Biological Supply Company / Phototake: thema 6: 7 Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 4: 2 l, 30, 43.2 l, 55, 72, 75; thema 5: 19, 24, 35, 37, 38, 39, 41, 47, 48, 52; thema 6: 6, 8, 30, 61; thema 7: 8, 26, 28, 34; Examen Cito: thema 4: 58.2, 74; thema 5: 53, 54, 55; thema 6: 65, 66, 67, 68; thema 7: 35, 36, 37; Fotosearch: thema 5: 23.2; Getty Images: thema 5: 28, 43.2; thema 6: 64; thema 7: 3; Hollandse Hoogte, Den Haag: thema 4: 73; thema 5: 14, 51; thema 6: 6, 27; thema 7: 17; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 23.1, 44; thema 6: 25, 44, 51, 56, 62, 63; iStockphoto: thema 5: 43.1, 43.3; thema 7: 1, 16, 29 l; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 4: 33, 37, 43.1, 58.1, 59, 76; thema 5: 1 r, 6.1, 6.2, 34; thema 6: 15, 24, 26, 32, 38; thema 7: 21; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 4: 1 o, 2 r, 7 (7x), 8.1, 8.2, 8.3, 9.1, 9.2, 11.1, 11.2, 12, 13, 14.1, 14.2, 15, 16, 27, 50, 51, 52, 54, 56.1, 56.2, 70, 71.4, 71.5; thema 5: 4.1, 7.2; Nationale Beeldbank, Rotterdam: thema 6: 22.1, 31; Nederlandse Transplantatie Stichting / www.transplantatiestichting.nl: thema 7: 40; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 6: 50; Phototake: thema 6: 10; Picture-Alliance, Frankfurt: thema 6: 43, 52; Henk Schuurmans, Geffen: thema 4: 3.1, 3.2, 3.3; Shutterstock: thema 4: 42, 53; thema 5: 7.1, 15, 22, 29.1, 29.2; Somnomed: thema 5: 49; Studio-CVR Corina van Riel: thema 6: 54; Voedingscentrum,

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer, Avyola van Pinxten

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

Den Haag: thema 4: 19, 22, 47; Henk van de Vrande: thema 4: 4.2, 29, 31, 35, 36, 39, 61, 64; thema 5: 4.2, 5, 13, 27.2; thema 6: 16; thema 7: 2, 10, 19, 22, 33

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: de ijsbeer (*Ursus maritimus*) is een uitstekende zwemmer die tot kilometers buiten de kust kan worden aangetroffen, Shutterstock

thema 4: oogst van zomerappels (Delcorf) bij fruitteler Anton van Veendaal in Buren (Gelderland),

Hollandse Hoogte, Den Haag

thema 5: witte axolotl (*Ambystoma mexicanum*) in een aquarium, Getty Images

thema 6: hardloopster, Shutterstock

thema 7: zwemmen in de Noordzee bij Terschelling, Buiten-beeld, Nijkerk

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 3001 3

Zevende editie, derde oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Loes Oudshoorn
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Tom Tahey

ISBN 978 94 020 3001 3



9 789402 030013

562640

MALMBERG